

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**  
**Інститут прикладного системного аналізу**  
**Кафедра математичних методів системного аналізу**

«На правах рукопису»  
УДК 007:682.3.06

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ О.Л. Тимошук  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**  
**зі спеціальності 124 Системний аналіз**

**на тему: «Моделі прогнозування основних показників фінансового стану**  
**банку»**

Виконав:

Студент(ка) II курсу, групи КА-62м

Бардашевська Олександра Валеріївна \_\_\_\_\_

Керівник:

д.т.н., проф.

Бідюк П.І. \_\_\_\_\_

Рецензент:

д.т.н., проф.

Теленик С.Ф. \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних посилань.  
Студент \_\_\_\_\_

Київ  
2018

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 104 с., 37 рис., 42 табл., 2 додатка, 18 джерел.

Мета дослідження: побудова високоякісних прогнозів розвитку нелінійних фінансових процесів за допомогою нових регресійних моделей і методу групового урахування аргументів.

Об'єктом дослідження є показники фінансового стану банку, подані статистичними даними у формі часових рядів.

Предметом дослідження є кореляційний аналіз даних; математичні регресійні і поліноміальні моделі, методи оцінювання їх структури і параметрів.

Теоретичною та методологічною основою дослідження є праці вітчизняних і зарубіжних вчених в галузі економічної теорії, математичного моделювання, фінансової аналітики і банківської справи.

В ході магістерської дисертації на вибірках двох банків: ПриватБанк і ПУМБ, – побудовано моделі для прогнозування таких фінансових показників для банківських установ, як ліквідність, рентабельність активів, рентабельність капіталу і об'єм депозитів, оцінено якість отриманих моделей та обрано найбільш якісні моделі для прогнозування кожного з вищезгаданих показників.

Основні результати магістерської дисертації подано до публікації у збірник «Системні науки і кібернетика».

ПРОГНОЗУВАННЯ, РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ, ФІНАНСОВИЙ СТАН,  
КЛЮЧОВІ ПОКАЗНИКИ ФІНАНСОВОГО СТАНУ БАНКУ, ЛІКВІДНІСТЬ,  
РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ, ДЕПОЗИТ, БАНК

## ABSTRACT

Master's thesis: 104 p., 37 fig., 42 tabl., 2 appendixs, 18 sources.

The topic of the research: "Models for forecasting basic financial bank indicators".

The goal of research: the construction of high-quality forecasts for the development of nonlinear financial processes, using new regression models and the group method of data handling.

The object of research is financial bank indicators, presented with statistical data in the form of time series.

The subject of research is the correlation analysis of data; mathematical regression and polynomial models, methods for evaluating their structure and parameters.

The theoretical and methodological basis of research are works of domestic and foreign scholars in the field of economic theory, mathematical modeling, financial analytics and banking.

During the master's thesis models were constructed for forecasting such financial indicators for banking institutions as liquidity, return on assets, return on capital and deposits, assessed the quality of the models that were obtained and selected the best models for forecasting each of the indicators seen upper.

The methodology is implemented on the basis of well-known algorithms, using own development.

The main results of the master's thesis are submitted to the publication of an article in the collection "Systemic Science and Cybernetics".

FORECASTING, REGRESSION ANALYSIS, FINANCIAL CONDITION, BASIC FINANCIAL BANK INDICATORS, LIQUIDITY, PROFITABILITY, DEPOSIT, BANK

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
1 АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗВ’ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ФІНАНСОВОГО СТАНУ БАНКУ .....	10
1.1 Загальна проблема аналізу показників фінансового стану банку.....	10
1.2 Вибір основних показників фінансового стану банку для аналізу .....	12
1.3 Існуючі методики аналізу вибраних показників фінансового стану банку .....	15
Висновки до розділу .....	27
2 ВИБІР ТА ОПИС МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ФІНАНСОВОГО СТАНУ БАНКУ .....	28
2.1 Попередня обробка і аналіз статистичних даних .....	28
2.2 Вибір типів математичних моделей для аналізу ключових показників фінансового стану банку .....	32
2.3 Розробка методики для прогнозування ключових показників фінансового стану банку .....	36
Висновки до розділу .....	40
3 ПОБУДОВА І ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ КЛЮЧОВИХ ПОКАЗНИКІВ ФІНАНСОВОГО СТАНУ БАНКУ .....	42
3.1 Побудова моделей для ПриватБанку .....	42
3.2 Побудова моделей для ПУМБ .....	57
3.3 Порівняльний аналіз отриманих результатів .....	69
Висновки до розділу .....	72
4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ .....	74
4.1 Опис ідеї проекту .....	74
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	75
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	76
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту .....	83

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	86
Висновки до розділу .....	89
ВИСНОВКИ.....	91
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	93
ДОДАТОК А ЛІСТИНГ ДОПОМІЖНОЇ ПРОГРАМИ .....	95
ДОДАТОК Б ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ.....	97

## ВСТУП

Останнє десятиліття проміжки між економічними кризами скорочуються, що негативно впливає на більшість бізнес-проектів. Банки не стають виключенням. З 2008 року в Україні було ліквідовано близько сотні фінансових інститутів.

Для того, щоб не збанкрутувати в період кризи, важливо не тільки оцінювати фінансовий стан свого підприємства [1-2], а й прогнозувати його показники.

Є багато методів і моделей для прогнозування: регресійні моделі, МГУА, метод подібних траєкторій, моделі з трендами [3]. Достатньо простими у побудові моделями є регресійні моделі, їх часто використовують для прогнозування фінансових показників [4-5], однак в реаліях сучасної нестабільної економіки України такі моделі не можуть надати якісний прогноз [6].

Одними з найважливіших показників фінансового стану банку є ліквідність та рентабельність, майбутні значення яких необхідно знати, щоб виявити можливі фінансові проблеми.

Метою нашого дослідження є побудова моделей для якісного прогнозування показників ліквідності, об'єму депозитів та рентабельності використання активів і капіталу.

Магістерська дисертація складається з чотирьох розділів.

У першому розділі описано поняття фінансового стану банку, розглянуто основні показники та методи їх оцінювання, обрано ключові показники для подальшого дослідження.

У другому розділі розказано про джерело формування вибірок для дослідження, розглянуто ряд моделей для прогнозування та обґрунтовано вибір моделей для подальшого дослідження.

Третій розділ присвячено проведенню безпосереднього пошуку найкращих моделей для прогнозування кожного процесу та зроблено висновки.

У четвертому розділі розроблено стартап-проект, оцінено шанси виходу на ринок з новим продуктом, визначено ринок, та маркетингову стратегію для просування проекту.

# 1 АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ФІНАНСОВОГО СТАНУ БАНКУ

## 1.1 Загальна проблема аналізу показників фінансового стану банку

Комерційні банки є основним посередником у фінансовій системі. Одним з основних умов формування розвиненого і ефективного банківського сектора, орієнтованого на реальну економіку і на задоволення клієнтів в якісних банківських послугах, є високий рівень корпоративного управління. У сучасному комерційному банку фінансовий аналіз і аналіз фінансового стану, як його складова, являє собою не просто елемент фінансового управління, а його основу, оскільки фінансова діяльність, як відомо, є переважаючою в банку. За допомогою аналізу, як функції управління, і таких функцій, як аудит і контроль, здійснюється внутрішнє регулювання діяльності банку.

Щоб зрозуміти важливість аналізу фінансового стану банку, звернемося до Закону України «Про банки і банківську діяльність», розділу III, главі 7, статті 44: «Банк зобов'язаний створити комплексну та адекватну систему управління ризиками, що має враховувати специфіку роботи банку, встановлені Національним банком України вимоги щодо управління ризиками. Система управління ризиками має забезпечувати виявлення, ідентифікацію, оцінку, моніторинг та контроль за всіма видами ризиків на всіх організаційних рівнях та оцінку достатності капіталу банку для покриття всіх видів ризиків... Банк зобов'язаний з метою управління ризиками утворити постійно діючі комітети, зокрема:

- а) кредитний комітет;
- б) комітет з питань управління активами та пасивами» [7].

Отже, на законному рівні комерційні банки України зобов'язані аналізувати фінансовий стан і на його підставі оцінювати фінансові та інші ризики.



Оцінювання банку виконується з двох сторін: внутрішньої – комітетами, створеними самим банком і зовнішньої – незалежними аудиторськими компаніями. Перше виконується банком, щоб визначити, чи ефективною є діяльність у кожному з напрямів. На основі результатів розрахунків приймаються управлінські рішення, координується діяльність філій та підрозділів, проводиться об'єктивна оцінка перспектив розвитку банку, а також визначаються надійність та фінансова стійкість установи. Друге слугує індикаторами для порівняння діяльності різних банків, на основі яких формуються рейтинги надійності та успішності всіх банків країни. Банки підлягають рейтинговому ранжуванню з метою визначення найкращих на ринку за різними показниками та визначення переваг одного банку перед іншим. У цьому зацікавлені всі учасники фінансового ринку: кредитори, інвестори, органи банківського нагляду, громадськість. Такі рейтинги можуть використовуватись як для публічного висвітлення, так і для внутрішнього використання Національним Банком України.

На практиці існує багато різних приватних і офіційних систем рейтингування. Найвідомішими серед них є системи рейтингування банків, розроблені світовими лідерами у цій сфері – рейтинговими компаніями Fitch, Standard&Poor's, Moody's. Офіційно визнаною системою рейтингування банків, яку широко використовують наглядові органи багатьох країн світу, є система CAMELS. Це американська рейтингова система оцінки банків, яка розроблена та запроваджена Федеральною резервною системою та федеральними агентствами Office of the Comptroller of the Currency (OCC) и Federal Deposit Insurance Corporation (FDIC) в 1978 році.

Нагляд за діяльністю банків, що ґрунтується на оцінках ризиків діяльності банків за рейтинговою системою CAMELS, полягає у визначенні загального стану банку на підставі єдиних критеріїв, які охоплюють діяльність банку за всіма напрямками. Порядок визначення рейтингових оцінок банків України за рейтинговою системою CAMELS визначає "Положення про порядок визначення рейтингових оцінок за рейтинговою системою CAMELS". Метою

оцінки діяльності банків за рейтинговою системою є визначення банків, у яких незадовільний фінансовий стан, операції або менеджмент мають недоліки, що можуть призвести до банкрутства банку та вимагають посиленого контролю з боку служби банківського нагляду Національного банку України і вжиття відповідних заходів для виправлення цих недоліків у діяльності банку та стабілізації його фінансового стану. Рейтингова система CAMELS дає можливість Національному банку України оцінювати загальний стан та стабільність банківської системи. Така оцінка ризиків дає змогу отримати інформацію для визначення пріоритетів у діяльності банківського нагляду та необхідних матеріальних і людських ресурсів для здійснення належного контролю за банківською системою. Водночас рейтингова система CAMELS передбачає ретельний аналіз стану банку. Такий аналіз можна провести лише під час комплексної інспекційної перевірки, яка дає змогу повною мірою визначити, як керівництво банку ставиться до ризиків і як здійснює управління ними [8].

## 1.2 Вибір основних показників фінансового стану банку для аналізу

За рейтинговою системою CAMELS кожен банк отримує оцінку від 1 до 5 за кожним з шести критеріїв, назви яких і склали дану аббревіатуру:

C: Capital adequacy (Достатність капіталу) – оцінка розміру капіталу банку щодо його достатності для захисту інтересів вкладників та підтримки платоспроможності. Фахівці розглядають капітал як основний засіб захисту коштів вкладників. Банк із міцним капіталом може витримати значні втрати без ризику для вкладів своїх клієнтів. Основним методом оцінки достатності капіталу є коефіцієнтний аналіз.

A: Asset quality (Якість активів) – спроможність забезпечення повернення активів, вплив проблемних активів на загальний фінансовий стан банку. Цей

критерій передбачає виявлення таких активів, які не можна використати у ризикових ситуаціях або у звітностях їх вартість є нижчою за реальну.

M: Management (Менеджмент) – оцінка методів управління банком щодо ефективності діяльності, встановленого порядку праці, методів контролю. Хоч в аббревіатурі рейтингу цей показник займає центральне положення, як правило, управління оцінюють в останню чергу, оскільки при цьому узагальнюють інші важливі компоненти аналізу. Зрозуміло, що методи управління оцінюються суб'єктивно, і для цього не можна використовувати коефіцієнтні показники.

E: Earning (Надходження) – достатність доходів банку для його перспективного розвитку. Банкам необхідно бути прибутковими для того, щоб збільшувати свій капітал. Незважаючи на те, що новий капітал банку може надходити із зовнішніх джерел, наприклад, у результаті випуску нових акцій або грошової ін'єкції з боку його власників, значна частина нового капіталу надходить за рахунок прибутків. Ці надходження банку являють собою цінність тільки тоді, коли вони не витрачаються, адже банк, який виплачує велику частину свого прибутку у вигляді дивідендів, не забезпечує збільшення свого капіталу.

L: Liquidity (Ліквідність) – здатність банку забезпечити своєчасне та повне поєднання джерел надходження та використання коштів. Основними факторами оцінки ліквідності є тенденції, обсяг і джерела ліквідних активів, у тому числі високоліквідних, що можуть бути використані для виконання поточних зобов'язань банку, стабільність залучених коштів, відповідність строків і сум повернення залучених та розміщених коштів і залежність від дорогих, нестабільних джерел фінансування (міжбанківські кошти тощо) для забезпечення потреб у ліквідності.

S: Sensitivity (Чутливість до ринкового ризику) – ступінь реагування банку на зміну ситуації на ринку. Даний показник включає оцінку ринкових ризиків (валютного, портфельного, процентного, цінового та інших), а також оцінку системи управління ними [8].

Деякі компоненти системи CAMEL можна оцінити за даними звітності, наданої банком в НБУ, а деякі вимагають проведення перевірок на місцях для більш точної оцінки. Таким чином, оцінка банку за даною системою є безперервним процесом.

За рейтинговою системою передбачається визначити кожному банку цифровий рейтинг за всіма шістьма компонентами, а комплексна рейтингова оцінка визначається на підставі рейтингових оцінок за кожним із цих компонентів. Банки, що отримали комплексну рейтингову оцінку "1" або "2", вважаються надійними за всіма показниками, здатними протистояти більшості економічних спадів, а керівництво достатньо кваліфікованим. Банки, що отримали комплексну рейтингову оцінку "3", мають суттєві недоліки, які здатні призвести до значних проблем з платоспроможністю та ліквідністю, якщо не будуть виправлені за обґрунтовано визначений для цього час. У такій ситуації служба банківського нагляду має надати чіткі вказівки керівництву банку щодо подолання існуючих проблем. Банки, які отримали комплексну рейтингову оцінку "4" або "5", мають серйозні проблеми, що вимагають ретельного нагляду і спеціальних оздоровчих заходів. Такі комплексні рейтингові оцінки вказують на те, що загальна платоспроможність банку під загрозою, потрібні негайні конкретні дії служби банківського нагляду [9].

Виходячи з компонентів зовнішнього рейтингу, можемо зробити висновок, що найважливішим є оцінювання якості активів, шляхи надходження грошових коштів та ліквідність. Зануримось у методологію внутрішньої оцінки фінансового стану банку.

Основними показниками, що використовуються банками для оцінки власного стану є:

- а) дохідність – прибуток, відсоток чистих пасивів, дохід на капітал, відсоток номінального капіталу;
- б) рентабельність – рівень ефективності використання ресурсів і капіталу банку. Відображає рівень ефективності використання ресурсів і капіталу банку;

в) номінальна відсоткова ставка – ліквідні активи, клієнтські кредити, цінні папери, депозити;

г) високоліквідні активи – питома вага високоліквідних активів, коефіцієнт ліквідності;

д) величина кредитно-інвестиційного портфелю – питома вага кредитів, питома вага в чистих активах;

е) депозитні кошти клієнтів, міжбанківські кредити та вклади – питома вага в чистих пасивах [10].

В рамках даної магістерської дисертації ми спробуємо вивчити методи оцінки таких фінансових показників, як рентабельність банку, його ліквідність і об'єм депозитів вкладників, а також розробимо математичні моделі для прогнозування цих показників.

### 1.3 Існуючі методики аналізу вибраних показників фінансового стану банку

У теорії є декілька методів проведення внутрішнього фінансового аналізу, які, по суті, застосовуються на практиці без обмежень. Перший з них має назву «групування» і використовується для систематизування даних балансу та інших форм звітності. Фактично він робить звітність більш зручною для аналізу. Окрім цього, дає змогу вивчати зв'язки між економічними явищами та вплив окремих факторів на показник, що вивчається. Під час аналізу банківського балансу застосовують групування рахунків за активами та пасивами. Статті пасиву групуються за формою власності, при цьому може використовуватися ціла низка ознак: вартість, гарантії використання, види джерел тощо. Актив групується за формою власності, секторами економіки та видом діяльності. Кожну із отриманих груп, за необхідності, можна поділити на

підгрупи залежно від напряму аналізу (наприклад, за термінами, контрагентами, видами операцій тощо).

За допомогою методу коефіцієнтів виявляють кількісний зв'язок між різними статтями витрат і доходів. Даний метод корисний під час контролю ліквідності банківської установи, рентабельності її діяльності, рівня ділової активності, управління тощо. Метод коефіцієнтів також дає змогу розрахувати питому вагу однієї статті в загальній сумі активу чи пасиву або у відповідному розділі балансу.

Метод порівняння, в першу чергу, необхідний для отримання вичерпної інформації про діяльність банку. Тут важливо постійно слідкувати за змінами окремих статей балансу та розрахункових показників, постійно порівнюючи їх значення. Саме тоді метод порівняння дає можливість визначити причини та ступінь впливу окремих змін на діяльність банку.

Єдиним методом, коли результати аналізу можна спостерігати візуально, є графічний. Його застосовують для оцінки як динаміки окремих показників, так і структурних змін. Найбільш популярними в даному випадку є лінійні діаграми та секторні графіки.

Всі названі методи поєднує те, що кожен з них засновується на однакових вихідних даних: балансу, звіту про фінансові результати, а також різного роду внутрішньої звітності. Проте це не означає, що кожен метод можна використовувати в будь-якій ситуації. Все має залежати від мети аналізу та можливостей спеціалістів установи, а саме: оцінки поточного і перспективного фінансового стану банку; можливості та доцільності темпів розвитку банку з позиції їх фінансового забезпечення; виявлення доступних джерел фінансових ресурсів і оцінки можливості та доцільності їх мобілізації; прогнозування становища на ринку банківських послуг.

Ми будемо розглядати метод коефіцієнтів, бо для прогнозування вибраних показників нам необхідно мати безпосередні значення за попередні періоди, які ми і будемо прогнозувати на майбутнє[10].

Ліквідність комерційного банку — це можливість і здатність банку виконувати свої зобов'язання перед клієнтами і різними контрагентами в аналізованих періодах. Ліквідність балансу як ступінь покриття зобов'язань активами і ліквідність самих активів забезпечується дотриманням насамперед обов'язкових економічних нормативів Національного банку України.

Банківська ліквідність відіграє життєво важливу роль як у діяльності окремого банку, так і у фінансовій системі держави. Неліквідний банк не може виконувати свої функції і проводити операції з обслуговування клієнтів, його рейтинг знижується, що значно ускладнює запозичення коштів із зовнішніх джерел, банк втрачає потенційний прибуток. Тому вирішення проблем ліквідності повинно мати найвищий пріоритет у роботі банку, а моніторинг ліквідності та вживання відповідних заходів щодо підтримання достатнього рівня ліквідності є неодмінною умовою самозбереження та виживання кожного банку.

Банківська ліквідність залежить від багатьох чинників, які поділяються на дві групи: внутрішні та зовнішні. До внутрішніх чинників належать: дисбаланс грошових потоків, викликаний невідповідністю структури вимог та зобов'язань банку; структура та стабільність депозитної бази банку; достатність капіталу; якість активів; фінансовий стан позичальників; репутація банку, яка впливає на здатність швидкого запозичення коштів на ринку; неправильна стратегія управління ліквідністю (наприклад, пріоритетність прибутковості над ліквідністю). До комплексу зовнішніх належать чинники загальноекономічного характеру: грошово-кредитна політика; стан грошового ринку; низька ліквідність окремих сегментів фінансового ринку для конкретних видів активів, що ускладнює їх продаж за прийнятною ціною в короткі строки; можливості запозичення коштів у центральному банку; регулятивні обмеження в країні; загальні кризові явища в економіці, які унеможливають безперервне залучення коштів.

Ліквідність банку тісно пов'язана з поняттям ліквідності балансу. Цей показник визначається співвідношенням вимог (статей активу) та зобов'язань

(статей пасиву) на певний момент часу. Отже, ліквідність банківського балансу є складовою загальної ліквідності банку, а відтак процедура визначення ліквідності балансу є необхідним етапом аналізу рівня ліквідності банку.

Проте ліквідність балансу є лише необхідною, але не достатньою умовою для висновків про те, що банк ліквідний. Насправді може виникнути ситуація, коли банк повністю чи частково неліквідний (тобто не має можливості постійно підтримувати свою ліквідність), і разом з тим його баланс достатньо ліквідний. Виникнення такої ситуації пов'язане із невідповідністю між строками розміщення активів та строками виконання зобов'язань банку.

У банку потреба в ліквідних коштах може виникнути як під час здійснення пасивних операцій, так і внаслідок проведення активних операцій, якщо рішення про розміщення коштів приймається раніше, ніж знайдено відповідні джерела фінансування. Отже, банк вважається ліквідним, якщо він має можливість постійно і безперервно виконувати свої зобов'язання, проводити активні операції та забезпечити поповнення ліквідних коштів у будь-який момент часу через запозичення коштів на ринку за середньою ставкою або реалізацію своїх активів без суттєвої втрати їх вартості [8].

Наведений у табл. 1.1 блок показників призначено для оцінки ліквідності банку щодо його здатності перетворювати активи в грошову готівку для погашення зараз (на дату складання балансу) та в найближчий період зобов'язань перед клієнтами за їх поточними, депозитними, ощадними рахунками, а також перед кредиторами, інвесторами, акціонерами [11].

Основними джерелами аналізу ліквідності є щоденний та місячний баланс банку. Використовуючи дані щоденного балансу, НБУ контролює виконання обов'язкових нормативів ліквідності кожним банком окремо.



Таблиця 1.1 – Алгоритм розрахунку й економічний зміст показників, що характеризують ліквідність балансу банку

Найменування показника	Алгоритм розрахунку	Економічний зміст показника визначає
<b>Показники ліквідності</b>		
Коефіцієнт миттєвої ліквідності	$K_{\text{мт}} = \left( \frac{K_{\text{зр}} + K_{\text{з}}}{D} \right)$	Показує можливість банку погашати «живими» грошми з коррахунків і каси зобов'язання за всіма депозитами (Д)
Коефіцієнт загальної ліквідності зобов'язань банку	$K_{\text{зг}} = \left( \frac{A_{\text{зг}}}{Z_{\text{зг}}} \right)$	Характеризує максимальну можливість банку в погашенні зобов'язань (Ззг) всіма активами (Азг)
Коефіцієнт відношення високоліквідних до робочих активів	$K_{\text{ср}} = \left( \frac{A_{\text{вл}}}{A_{\text{р}}} \right)$	Характеризує питому вагу високоліквідних активів (Авл) у робочих активах (Ар)
Коефіцієнт ресурсної ліквідності зобов'язань	$K_{\text{рл}} = \left( \frac{A_{\text{д}}}{Z_{\text{зг}}} \right)$	Характеризує забезпечення дохідними активами банку (Ад) його загальних зобов'язань (Ззг) і сповіщає про часткове погашення зобов'язань банку поверненнями дохідних активів
Коефіцієнт ліквідного співвідношення виданих кредитів і залучених депозитів (для визначення незбалансованої ліквідності)	$K_{\text{зд}} = \left( \frac{K_{\text{р}}}{D} \right)$	Розкриває, наскільки видані кредити (КР) забезпечені всіма залученими депозитами (Д) (чи є незбалансована ліквідність)
Коефіцієнт генеральної ліквідності зобов'язань	$K_{\text{глз}} = \left( \frac{A_{\text{вл}} + A_{\text{м}}}{Z_{\text{зг}}} \right)$	Розкриває здатність банку погашати зобов'язання (Ззг) високоліквідними активами (Авл) та через продаж майна (Ам)

Оскільки на показники ліквідності банку впливають різноманітні чинники, зокрема такі, як якість активів, структура пасивів, достатність капіталу, фінансовий стан позичальників, то в процесі аналізу, крім балансу, можуть використовуватися й інші доступні інформаційні джерела, які поділяють на:

- внутрішні;

- зовнішні: інформація, одержана безпосередньо від клієнтів та контрагентів банку; офіційні повідомлення: рейтинги, статистичні дані, повідомлення засобів масової інформації, інформація про операції банку на відкритих ринках, біржах, у позабіржових системах.

Під внутрішніми інформаційними джерелами розуміють внутрішньобанківську інформацію, яка закрита для сторонніх осіб. Внутрішньобанківська інформація: звітність про депозитну діяльність банку, звітність про стан кредитного портфеля банку, звітність про портфель цінних паперів, звітність про формування резервів на покриття ризиків за активними операціями, кредитні договори, інформація про прострочені, пролонговані та реструктуризовані кредити, минула інформація про повернення кредитів позичальниками, дані про рух коштів за рахунками клієнтів.

Зовнішні джерела інформації поділяються на первинні та вторинні. Первинними інформаційними потоками є: офіційні повідомлення та інформація, одержана від клієнтів: фінансові звіти позичальників та емітентів цінних паперів, кредитні заявки, офіційні повідомлення про реструктуризацію цінних паперів, повідомлення клієнтів про наміри дострокового вилучення депозитів, офіційні повідомлення про злиття, реорганізацію чи банкрутство клієнтів чи контрагентів, прохання позичальників про пролонгацію чи реструктуризацію кредитів, попередження про зняття коштів з клієнтських рахунків. Відмітною рисою вторинних джерел інформації є її загальносупільна доступність.

Зовнішні джерела інформації мають велике значення в процесі прогнозування ліквідності. Різноманітність цієї інформації (яка часто є неформальною) забезпечує об'єктивність та різнобічність аналітичного процесу. Крім того, інформація, одержана на ринку, є досить оперативною, оскільки ринок реагує на певні зміни ще до того, як ці зміни знайдуть відображення в офіційних матеріалах (фінансовій звітності позичальника, рішеннях суду, офіційних звітах тощо). Об'єктивно і точно прогнозувати

потребу в ліквідних коштах на перспективу банк може за допомогою комплексного аналізу всіх інформаційних джерел [8].

Рентабельність, або прибутковість – відносний показник економічної ефективності, який відображає рівень ефективності використання ресурсів і капіталу банку. Коефіцієнт рентабельності розраховується як відношення операційного прибутку до активів, ресурсів або потоків, що її формують. Р. може бути виражена показниками прибутку в розрахунку на одиницю вкладених коштів або показниками прибутку, що міститься в кожній одержаній грошовій одиниці. Основними показниками, що характеризують Р. банківської діяльності, є ROA, ROE.

ROA(Return on Assets) – показник рентабельності використання активів банку. Розраховується як відношення прибутку банку після оподаткування на звітну дату до середньої вартості використовуваних банком активів за відповідний період і виражається у процентах.

ROE (Return on Equity) – показник рентабельності використання статутного капіталу банку. Розраховується як відношення прибутку банку після оподаткування на звітну дату до середньої вартості балансового капіталу за відповідний період і виражається у процентах.

Рентабельність використання активів розраховується за такою формулою:

$$ROA_1 = \frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Середні загальні активи}} \quad (1.1)$$

Цей показник може використовуватися як коефіцієнт для оцінки діяльності керівництва банку.

Але у зв'язку з тим, що не всі активи дають дохід, деякі банки в процесі аналізу прибутковості своєї діяльності деталізують показник процента прибутковості активів і розраховують процент прибутковості робочих активів:

$$ROA_2 = \frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Робочі активи}} \quad (1.2)$$

Зіставлення показників  $ROA_1$  та  $ROA_2$  дає можливість виявити невикористані резерви підвищення прибутковості активів за рахунок поліпшення їх структури, ефективнішого використання. Зіставлення цих коефіцієнтів дає уявлення про можливості зростання рентабельності завдяки скороченню активів, які не приносять доходу. Передусім це стосується іммобілізованих власних коштів. Для банків, які використовують як кредитні ресурси залучені кошти, абсолютна рівність між цими показниками неможлива. Адже банки повинні створювати обов'язкові резерви, тобто зберігати частину залучених коштів у найбільш ліквідній формі, яка не дає доходу.

На практиці вважається, що якщо рівень прибутковості активів перевищує 1 %, то банк працює рентабельно.

Прибутковість капіталу розраховується за формулою:

$$ROE_1 = \frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Середній капітал}} \quad (1.3)$$

Оптимальне значення цього показника не менше 15%.

Співвідношення прибутку та власного капіталу є показником стабільності. Аналіз цього коефіцієнта дає змогу прогнозувати, наскільки стійкий рівень прибутковості банку. Аналізуючи цей коефіцієнт, слід зіставити темпи зростання прибутку та власного капіталу.

На практиці деякі банки (а особливо їх акціонери) цей показник прибутковості деталізують за допомогою коефіцієнта віддачі статутного капіталу:

$$ROE_2 = \frac{\text{Чистий прибуток}}{\text{Статутний капітал}} \quad (1.4)$$

Цей показник характеризує доцільність та ефективність вкладення акціонерами своїх коштів та ефективність віддачі статутного капіталу, а також спроможність банку розпоряджатися всіма його коштами. Для акціонерів і пайовиків даного банку важливе значення має порівняння процента віддачі статутного капіталу з аналогічним показником інших банків для з'ясування сфер найбільш дохідного і вигідного розміщення своїх коштів [12].

Депозит (вклад) — це зобов'язання банку за тимчасово залученими коштами фізичних і юридичних осіб або цінними паперами за відповідну плату. Депозити утворюються за рахунок вкладу в банк суми грошей готівкою або у безготівковій формі, у вигляді цінного папера, що належить до оплати. Практично всі клієнтські рахунки в пасиві називаються депозитними. Депозитним може бути будь-який рахунок, відкритий клієнтові в банку, на якому зберігаються його грошові кошти. У світовій практиці їх частка в структурі пасивів становить від 60 до 80%.

За строками використання коштів рахунки поділяються на: депозити (вклади) до запитання та строкові депозити. У свою чергу, в структурі строкових депозитів виділяють: ультрастрокові (типу овернайт), короткострокові (до 1 року) та довгострокові (більше 1 року).

За категоріями вкладників депозити поділяються на: депозити банків; депозити за рахунок бюджетних коштів, депозити суб'єктів господарської діяльності; депозити фізичних осіб.

За формою грошового обігу можна виділити: депозити внесені готівкою та безготівкові депозити. При цьому депозити від фізичних осіб, як правило, залучаються готівкові, а від юридичних осіб — безготівкові.

За валютою, у якій номіновано депозит розрізняють: депозити у національній валюті та депозити в іноземній валюті. Останні підрозділяють на депозити у вільно конвертованій валюті та у невільно конвертованій валюті. Зрозуміло, що комерційні банки з останнім видом депозитів, як правило, намагаються не працювати.

За формою визначення власника депозиту виділяють іменні депозити та депозити на пред'явника.

За цільовим призначенням депозити поділяються на: дохідні депозити та гарантійні депозити.

За способом юридичного оформлення зобов'язань виокремлюють: депозити, оформлені угодою, депозити з наданням ощадної книжки, депозити з наданням ощадного сертифіката.

За формою вилучення депозиту та нарахованих процентів розрізняють: безумовні депозити та умовні. Безумовні депозити бувають без попереднього повідомлення та з попереднім повідомленням. Умовні депозити можуть бути вилучені у разі настання певних обумовлених угодою обставин.

За економічним змістом та характером депозиту розрізняють: пасивні та активні депозити. Пасивні депозити виступають джерелом залучення банківських ресурсів. Активні депозити — засіб розміщення тимчасово вільних кредитних ресурсів. Значна частка активних депозитів у валюті балансу негативно характеризує ділову активність банку, який не в змозі ефективно розпоряджатися своїми кредитними ресурсами.

Обсяг депозитів банку визначаються за формулою:

$$\text{Обсяг депозитів} = \text{Кошти юр. осіб} + \text{Кошти фіз. осіб} \quad (1.5)$$

Депозитні операції відіграють значну роль у діяльності банку:

- а) депозитні операції є головним джерелом проведення активних і, насамперед, пасивних операцій. Від характеру депозитів залежать види кредитних операцій і, відповідно, розмір доходу банку;
- б) правильна організація депозитних операцій забезпечує ліквідність комерційних банків;
- в) депозитні операції сприяють прискоренню безготівкових розрахунків;
- г) ресурси, сформовані за рахунок депозитних операцій, зазвичай дешевші міжбанківських кредитів.

Водночас депозитні операції мають певні недоліки:

- а) операції щодо залучення коштів у вклади пов'язані зі значними маркетинговими зусиллями, грошовими і матеріальними витратами комерційних банків. Це не дає змоги комерційному банку в разі необхідності оперативного отримувати грошові кошти для проведення активних операцій, здійснення непередбачених платежів;
- б) мобілізація коштів у вклади (депозити) в більшості випадків залежить від вкладників, а не від комерційного банку, якому часто важко, а то й неможливо досягти додаткового залучення коштів;
- в) загальний обсяг тимчасово вільних грошових коштів у рамках окремого банку або району об'єктивно обмежений.

Зростання частки строкових депозитів (незважаючи на те, що це більш дорогий ресурс) позитивно впливає на ліквідність балансу та сприяє стійкості та надійності ресурсної бази. Аналіз строкових депозитів проводиться за допомогою системи показників.

- а) оборотність депозитних вкладень – відношення обороту з видачі вкладів до середнього залишку вкладів. Цей показник характеризує кількість оборотів, що здійснюють депозитні вкладення за певний період;
- б) тривалість одного обороту депозитних вкладень у днях (або середній термін зберігання вкладених коштів) – відношення добутку середнього залишку вкладів на кількість днів у періоді до обороту з видачі вкладів. Даний показник характеризує стабільність вкладів в динаміці. Чим більший цей показник, тим стабільніша ресурсна база;
- в) рівень осідання депозитних вкладень – відношення різниці між залишком вкладень на кінець періоду та на початок до обороту з надходження депозитів. Цей коефіцієнт повинен розраховуватися на кілька дат, щоб простежити загальну тенденцію (поведінку) вкладів. Розрахунок коефіцієнта тільки на дві звітні дати (за один період) може призвести до помилкового тлумачення реальних подій;
- г) середній термін використання депозитів;

- д) коефіцієнт нестабільності депозитів – відношення суми довгостроково вилучених депозитів до загальної суми депозитів. Даний коефіцієнт характеризує рівень достроково вилучених строкових депозитів. Зниження середнього терміну використання депозитів у поєднанні зі значним коефіцієнтом нестабільності (більше 10%) говорить про посилення нестабільності депозитної бази, що негативно впливає на ліквідність банку;
- е) коефіцієнт використання депозитів – відношення середніх залишків за кредитними вкладеннями до середніх залишків за всіма залученими вкладеннями. Цей коефіцієнт показує, який процент від загального обсягу залучених ресурсів розміщений у кредити. Якщо коефіцієнт перевищує 75%, то це свідчить про ризиковану агресивну кредитну політику банку. Якщо ж він менший 65%, це свідчить про пасивну кредитну політику;
- є) рівень диверсифікації депозитів – це відношення суми великих депозитів до загальної суми депозитів. Рівень диверсифікації депозитів визначається кількістю та питомою вагою великих депозитів, які збільшують ризик втрат та порушення ліквідності у випадку дострокового вилучення депозиту. Сума всіх великих депозитів не повинна перевищувати розмір капіталу банку. До великого депозиту належить депозит понад 10% від розміру власного капіталу банку. Занадто високий рівень диверсифікації депозитів ускладнює управління депозитною базою. Оптимальним цей рівень вважається тоді, коли загальна сума великих депозитів не перевищує розміру капіталу банку;
- ж) відносна витратність депозитів – це відношення процентних витрат за депозитними вкладами до середніх залишків депозитних вкладень. Цей показник показує, скільки банк витрачає коштів на кожну гривню залучених ресурсів у вигляді строкових депозитів. Фактично його значення дорівнює середньозваженій процентній ставці за депозитами. Для оцінювання вигідності даного виду ресурсів його необхідно порівнювати із витратністю інших залучених коштів та дохідністю кредитних вкладень [13].



## Висновки до розділу

Таким чином, визначивши, як виконується аналіз банків незалежними аудиторськими компаніями, а також внутрішніми комітетами банку, ми змогли виділити ключові показники фінансового стану банку, які свідчать про ефективність фінансової діяльності банку, а, отже, його надійності як для клієнтів банку, так і всій економіці країни.

Для подальшого аналізу нами обрано такі ключові показники фінансового стану банку:

- а) загальної ліквідності зобов'язань банку;
- б) рентабельність банку у вигляді двох показників: ROE та ROA;
- в) об'єм депозитів.

Нашим завданням є вибір найбільш точної моделі прогнозування обраних показників на основі статистичних даних у вигляді звітності банку, а також побудова цих моделей для внутрішнього користування банками України. Ми ставимо собі за мету покращити і полегшити роботу банків, надати їм можливість заздалегідь визначати ризикований стан, покладаючись на прогнозовані значення ключових показників фінансового стану банку, щоб вчасно вжити заходів для покращення небезпечних ситуацій.

## 2 ВИБІР ТА ОПИС МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ФІНАНСОВОГО СТАНУ БАНКУ

### 2.1 Попередня обробка і аналіз статистичних даних

Для проведення аналізу банківської діяльності потрібно мати аналітичні матеріали, які дозволяють отримати достовірну, повну, всебічну інформацію про банк. Основним інформаційним джерелом аналізу є баланс банку.

Баланс – це звіт про фінансовий стан підприємства (у нашому випадку банку), який відображає на певну дату його активи, зобов'язання і власний капітал. Бухгалтерський баланс будують у вигляді двосторонньої таблиці, яка складається з двох частин – активу і пасиву. В активі балансу відображаються дані, які характеризують наявність, розміщення та стан майна, а в пасиві – показники, які характеризують джерела утворення цього майна і його цільове призначення. Усі показники балансу моментні і характеризують його фінансовий стан за активами і зобов'язаннями на певний момент часу, як правило, на кінець останнього дня звітного періоду (місяця, кварталу, року). Мета ведення балансу – це надання повної, неупередженої, прозорої, правдивої інформації про фінансовий стан підприємства на звітну дату. За даними балансу здійснюється контроль за розміщенням грошових коштів, стан кредитних, розрахункових, касових та інших банківських операцій з цінними паперами.

Для наших досліджень ми обрали дані з квартальних звітностей двох комерційних банків України: ПАТ КБ «ПриватБанк» і ПАТ «ПУМБ». Зануримось в історію цих банків, щоб пояснити свій вибір.

З офіційного сайту ПриватБанку: «Заснований у 1992 році, комерційний банк ПриватБанк є лідером банківського ринку країни. За даними дослідження GfK Ukraine у IV кварталі 2017 року з нами співпрацюють 54,3% українців – фізичних осіб старше 16 років. Вважають основним банком 46,3% користувачів

банківських послуг – фізичних осіб, що більше, ніж у наступних за нами двадцяти чотирьох банках разом взятих.

Серед корпоративних клієнтів у 2017 році цей показник для ПриватБанку становить:

юридичні особи: 58,4% співпрацюють, а 33,6% вважають своїм основним банком;

суб'єкти підприємницької діяльності – фізичні особи (СПД ФО): 73,2% співпрацюють, 65,6% вважають своїм основним банком.

ПриватБанк є одним з найбільш інноваційних банків світу. Наприклад, понад десять років назад банк став одним із перших у світі, що почав використовувати одноразові SMS-паролі. До останніх інновацій, які отримали визнання по всьому світі, належать такі продукти, як платіжний міні-термінал, вхід в Інтернет-банкінг через QR-код, онлайн-інкасація, а також десятки різноманітних мобільних додатків.» Так, ще у далекому 2000 році Банк запровадив OTP-паролі через SMS, а у 2001 році Банк представляє систему електронного банкінгу «Приват24», у рамках якої клієнти мають можливість керувати своїми рахунками в режимі реального часу за допомогою мережі Інтернет.»

До 2000 року ПриватБанк виступав товариством з обмеженою відповідальністю, а у вересні 2000 року КБ «ПриватБанк» реорганізовано у Закрите акціонерне товариство КБ «ПриватБанк» (ЗАТ КБ «ПриватБанк»). У грудні 2016 року ПриватБанк було націоналізовано.

Ще у серпні 2001 року статутний фонд банку становив 186 млн грн., у квітні 2012 року статутний капітал вже налічував 1,352 млрд. грн., а станом на серпень 2016 року - 2 млрд. 583 млн. грн.

ПриватБанк посідає перше місце за кількістю банкоматів: 20564 банкомати по всій Україні; 53,1% всіх вкладників довіряють саме ПриватБанку; за кількістю відділень цей банк посідає друге місце з цифрою 2183; 60,3% кредитів на товари українці оформлюють у ПриватБанку.

Варто зазначити, що в багатьох рейтингах ПриватБанк посідав перші місця, а саме:

- ПриватБанк втретє поспіль визнано найкращим банком в Україні на валютному (FX) ринку за підсумками 2017 року в межах щорічного рейтингу «Найкращі оператори валютного ринку у світі» (The World's Best Foreign Exchange Providers);
- ПриватБанк визнаний банком року в найпрестижнішій серед банків світу номінації «Банк року 2012» журналу The Banker;
- Mall Awards 2010: ПриватБанк – кращий банк торговельної індустрії;
- у рамках міжнародного рейтингу Innovation in Banking Technology Awards 2010 розробку українського ПриватБанку – систему електронної решти LiqPay – визнаною кращою інновацією в області технологій роботи з готівкою і казначейських технологій (Innovation in Cash and Treasury Technology);
- нову технологію ПриватБанку «Online-інкасація» визнано найкращою інновацією в рейтингу Innovation in Banking Technology Awards 2011, що складається впливовим англійським журналом The Banker;
- ПриватБанк отримує звання кращого оператора ринку валютообмінних операцій в рейтингу Best Foreign Exchange Providers 2012, що складається американським журналом Global Finance magazine;
- ПриватБанк – найкращий український банк у 2013 згідно з рішенням експертного комітету Bank of the Year Awards.

Зважаючи на цю успішну тенденцію успішності першого у багатьох аспектах банку, ми вирішили, спираючись на його реальні дані з квартальних звітностей, спрогнозувати майбутнє цього банку і визначити, чи буде і далі спостерігатись тенденція росту ключових показників фінансового стану ПриватБанку.

Перший Український Міжнародний Банк (ПУМБ) — український комерційний банк, заснований у грудні 1991, з головним офісом у Києві. Входить до десятки найбільших банків України, загальні активи,

станом на червень 2014, становили 35 млрд грн. Діяльність банку зосереджена на комерційних, роздрібних та інвестиційно-банківських операціях. Всеукраїнська регіональна мережа ПУМБ нараховує 160 точок продажів, банк обслуговує 1,5 млн приватних та більше 20 тисяч корпоративних клієнтів. ПУМБ є учасником об'єднаної банкоматної мережі «Радіус», яка разом із банками-партнерами нараховує 4 тисячі банкоматів по всій території України.

ПУМБ було зареєстровано Національним банком України 22 грудня 1991 року, а у квітні 1992 року було здійснено перші банківські операції. У цьому ж році ПУМБ першим з українських банків розпочав складати фінансову звітність згідно з міжнародними стандартами обліку та підтверджувати її у провідних аудиторських компаній. На сьогодні ПУМБ входить до ТОП-10 українських банків за ключовими фінансовими показниками, такими як об'єми активів та зобов'язань, розміри власного та статутного капіталу тощо.

На сайті банку вказано, що протягом 25 років свого існування ПУМБ посідав провідні місця у рейтингових списках, а саме:

- № 2 у рейтингу «50 ведущих банков Украины» газети «Коммерсантъ (Україна)» (березень 2012 р.);
- № 1 у рейтингу банків України, що найбільш динамічно розвиваються у 2011 році, ІА «РБК-Україна» (лютий 2012 р.);
- № 1 у номінаціях «Самый инновационный банк» та «Сделка года» премії «Ukrainian Banker Awards» ІнвестГазети (грудень 2011 р.);
- №1 у рейтингу інтернет-банкінгу журналу «Forbes Україна» (вересень 2011 р.);
- №1 у рейтингу послуг інтернет-банкінгу серед українських банків за версією журналу «Деньги» в жовтні 2010 року;
- №2 за інформаційною прозорістю серед українських банків згідно з результатами дослідження рейтингового агентства «Кредит-Рейтинг» спільно з Агентством фінансових ініціатив (АФІ) та Проектом USAID «Розвиток фінансового сектору» (FINREP) за 2011 рік;

- №2 за інформаційною прозорістю серед українських банків згідно з результатами дослідження міжнародного рейтингового агентства Standard & Poor's, Агентства фінансових ініціатив та Проекту USAID «Розвиток ринків капіталу» за 2010 рік;
- №2 у рейтингу народної довіри «Банки, яким більш за все довіряють» серед ТОП-100 українських банків, згідно з онлайн-голосуванням на сайті газети «ДЕЛО» (серпень 2010 р.);
- №1 у рейтингу банків за інноваційністю у роботі з приватними клієнтами за версією журналу «Компаньон» (серпень 2010 р.);
- ПУМБ увійшов до рейтингу тисячі найбільших банків світу, опублікованого журналом The Banker (липень 2010 р.). Банк дебютував з 905-ої позиції та став одним з чотирьох українських банків, які потрапили до TOP-1000 World Banks.

Так як основні нагороди було отримано у 2010-2011 роках, що було 7 років тому, ми вирішили оцінити ситуацію на сьогоднішній день і визначити тенденцію розвитку цього банку на майбутнє.

Таким чином, використовуючи дані з квартальних звітностей ПриватБанку і ПУМБ, ми побудуємо моделі для прогнозування ключових показників фінансового стану незалежно один від одного для двох обраних банків.

## 2.2 Вибір типів математичних моделей для аналізу ключових показників фінансового стану банку

Математичні моделі використовуються для трьох різних цілей:

1. Поглиблене вивчення процесів;
2. Прогнозування значень на майбутнє;
3. Синтезу систем керування.

Наша задача – спрогнозувати основні показники фінансового стану банку, використовуючи математичні моделі. Як правило, прогнозування змінних виконується на основі менш складних моделей, ніж для поглибленого вивчення процесу, тому для нашої задачі можуть підійти авторегресійні моделі, метод подібних траєкторій та інші.

**Авторегресія** описує вплив значень попередніх станів на поточний стан. Авторегресія представляється рівнянням:

$$\begin{aligned} y(k) &= a_0 + a_1 y(k-1) + \dots + a_p y(k-p) = \\ &= a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y(k-i) + \varepsilon(k) \end{aligned} \quad (2.1)$$

де  $a_i, i = \overline{1;n}$  – коефіцієнти моделі, які оцінюються на основі значень часового ряду;

$p$  – порядок авторегресії, який визначається числом затриманих в часі значень ряду, що використовується в правій частині рівняння для описання динаміки змінної в момент  $k$ ;

$k = 1, 2, \dots$  – дискретний час;

$\varepsilon(k)$  – випадкова величина, поява якої зумовлена наступними причинами:

- а) вплив випадкових збурень на процес, що моделюється;
- б) похибки рівняння, зумовлені неточно вибраною структурою (можливо, що не враховано деякі регресори, введено непотрібні незалежні змінні або робиться спроба моделювати нелінійний процес за допомогою лінійного рівняння);
- в) методичні і обчислювальні похибки, які з'являються при обчисленні оцінок коефіцієнтів рівняння.

**Множинна регресія** відображає вплив декількох регресорів на залежну змінну, в таке рівняння можна включити авторегресійну частину. Множинну регресію описують формулою:

$$y(k) = a_0 + a_1 x_1(k) + \dots + a_p x_p(k) + \varepsilon(k) \quad (2.2)$$

де  $x_1(k), \dots, x_p(k)$  – регресори рівняння [14].

**Авторегресія з ковзним середнім порядку** ( $p, q$ ) являє собою комбінацію авторегресії порядку  $p$  і ковзного середнього порядку  $q$ , який за своїми властивостями відповідає «білому шуму». АРКС можна представити наступним рівнянням:

$$y(k) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y(k-i) + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon(k-j) + \varepsilon(k) \quad (2.3)$$

де  $a_i, i = \overline{1; p}$  та  $b_j, j = \overline{1; q}$  – коефіцієнти моделі;

$p$  – порядок авторегресії;

$q$  – порядок ковзного середнього.

**Поліноміальна регресія порядку  $p$**  називається ще нелінійною відносно змінних чи псевдолінійною регресією. Коефіцієнти такої регресії знаходяться методом найменших квадратів або методом максимальної правдоподібності:

$$y(k) = a_0 + a_1 x(k) + a_2 x^2(k) + \dots + a_p x^p(k) + \varepsilon(k) \quad (2.4)$$

Для прогнозування процесу з трендом використовують детермінованою функцію від часу типу

$$y(k) = a_0 + d_1 k + d_2 k^2 \quad (2.5)$$



де  $k$  – дискретний час;

$d_i$  – коефіцієнти рівняння.

Тренд, який описується такою функцією, називають детермінованим або глобальним трендом [15].

**Метод подібних траєкторій** відноситься до групи методів класифікації, полягає в пошуку подібних відрізків і на основі існуючої ситуації виводить прогноз на майбутнє. Виходячи із ідеї методу можна зрозуміти, що такий метод підходить для повторюваних або сезонних процесів. Задача моделювання алгоритму полягає у визначенні параметрів алгоритму прогнозування. Запропонований алгоритм для прогнозування потребує визначення наступних параметрів:  $\lambda$ ,  $m$ ,  $w$ , де

- $w$  – розмір вікна, або вимірність простору в якому будується траєкторія руху системи; цей параметр визначає кількість значимих відліків при пошуку найближчої точки траєкторії руху системи і, разом з цим, вимірність міри, визначеної в цьому просторі;
- $\lambda$  – коефіцієнт, який визначає ступінь важливості врахування кожного попереднього відліку при порівнянні точок;
- $m$  – кількість найближчих точок, пошук яких виконується на кожному кроці і на основі яких виконується прогнозування.

**Метод групового урахування аргументів** дозволяє на основі групи вхідних і вихідних змінних автоматично підібрати і побудувати адекватну, і при цьому найменш складну модель. Метод застосовують до моделювання процесів різної природи з нелінійностями та нестационарностями, при чому він працює на коротких вибірках, що в нашому випадку є великою перевагою [16]. Подальшим розвитком даного методу є нечіткий МГВА, який ґрунтується на нечіткому представленні параметрів оцінюваної моделі.

Наші вибірки є часовими рядами однієї змінної, їх об'єм складає близько 60 значень, з графіків моделей, розглянутих нижче, видно, що деякі з них є нестационарними, тому в якості моделей і методів для подальшого дослідження доцільно обрати АР, АРКС, АР з трендом та МГУА.

### 2.3 Розробка методики для прогнозування ключових показників фінансового стану банку

У цьому підрозділі описано принципи та методику побудови обраних моделей для прогнозування ключових показників фінансового стану банку.

**Авторегресія** має один параметр, який необхідно визначити – її порядок. Порядок авторегресії визначається за допомогою автокореляційної функції АКФ. Число коефіцієнтів автокореляційної функції, які відмінні від нуля в статистичному сенсі, і буде складати оцінку порядку авторегресії. Природа авторегресії пояснюється існуванням так званої “пам’яті” процесу, яка проявляється в тому, що його поточний стан в значній мірі визначається попередніми станами. АКФ та ЧАКФ використовують для визначення попередньої оцінки порядку авторегресійної частини моделі, тобто скільки затриманих в часі значень необхідно брати для описання процесу. При цьому необхідно врахувати, що АКФ дає менш «чітку» оцінку порядку процесу ніж ЧАКФ.

Вибіркова АКФ обчислюється за виразом:

$$r_y(s) = \frac{1}{N} \frac{\sum_{k=s+1}^N \{[y(k) - \bar{y}][y(k-s) - \bar{y}]\}}{\sigma_y^2}, s = 1, 2, \dots \quad (2.6)$$

де  $\sigma_y^2$  – вибіркова дисперсія змінної  $y(k)$ ;

$\bar{y}$  – середнє значення вибірки даних.

Число коефіцієнтів АКФ, відмінних від нуля в статистичному сенсі, вказує на порядок авторегресійної частини моделі.

На відміну від АКФ, часткова АКФ між значеннями  $y(k)$  та  $y(k-s)$  виключає вплив величин,  $y(k-1) \dots y(k-s+1)$  а це означає, що коефіцієнти ЧАКФ чіткіше відображають зв’язок між окремими значеннями основної змінної. Для того, щоб знайти попередню оцінку порядку моделі, вибіркові

коефіцієнти ЧАКФ (тобто, коефіцієнти, знайдені за вибіркою даних) можна обчислити також за допомогою простого методу, який полягає в наступному.

а) Формують додатковий часовий ряд з відхилень основної змінної:

$$\{y'(k)\} = \{y(k)\} - \mu \quad (2.7)$$

де  $\mu$  – середнє значення ряду;

б) Формують рівняння першого порядку:

$$y'(k) = \Phi_{11}y'(k-1) + e(k) \quad (2.8)$$

де  $e(k)$  – похибка моделі. В такому рівнянні  $\Phi_{11}$  відіграє роль коефіцієнта АКФ та ЧАКФ між  $y(k)$  та  $y(k-1)$ . Для оцінювання двох коефіцієнтів можна сформулювати рівняння другого порядку:

$$y'(k) = \Phi_{11}y'(k-1) + \Phi_{22}y'(k-2) + e(k) \quad (2.9)$$

де  $\Phi_{22}$  – коефіцієнт ЧАКФ між  $y(k)$  та  $y(k-2)$ .

Коефіцієнти ЧАКФ можна обчислити також за допомогою коефіцієнтів АКФ, використовуючи наступні вирази [17]:

$$\Phi_{11} = r(1) \quad (2.10)$$

$$\Phi_{22} = \frac{r_2 - r_1^2}{1 - r_1^2} \quad (2.11)$$

$$\Phi_{ss} = \frac{r_s - \sum_{j=1}^{s-1} \Phi_{s-1,j} r_{s-j}}{1 - \sum_{j=1}^{s-1} \Phi_{s-1,j} r_j} \quad (2.12)$$

В рамках магістерської дисертації для підбору порядку  $p$   $AP(p)$  ми досліджуємо часткову АКФ.

Наступним етапом побудови моделі  $AR(p)$  є оцінка коефіцієнтів (параметрів) рівняння. Найбільш поширеними методами оцінювання параметрів моделі є такі:

- метод найменших квадратів (МНК);
- метод максимальної правдоподібності (ММП);
- метод допоміжної (інструментальної) змінної (МДП);
- нелінійний метод найменших квадратів (НМНК) та їх рекурсивні версії (РМНК, РММП, РМДП).

В рамках даної роботи, для оцінювання коефіцієнтів регресійних моделей обрано метод найменших квадратів, що ґрунтується на мінімізації сум квадратів похибок моделі. Оцінки коефіцієнтів обчислюються за допомогою такого виразу:

$$\hat{\theta} = [X^T X]^{-1} X^T y \quad (2.13)$$

де  $\hat{\theta}$  – вектор оцінок параметрів вимірності  $p$ ;

$X$  – матриця вимірів;

$y$  – вектор залежної змінної [6].

Авторегресія з ковзним середнім – комбінація авторегресії порядку  $p$ , який ми визначили на попередньому етапі і ковзного середнього (КС) порядку  $q$ . По залишкам  $AR(p)$  моделі формують ряд КС. Далі будується ЧАКФ вектора КС та визначається порядок КС –  $q$ .

Коли знайдено порядок КС, аналогічно до  $AR$  оцінюються коефіцієнти частини з КС, після чого обидві частини –  $AR$  і КС сумуються в одне рівняння [18].

### **Метод групового урахування елементів**

Ідея методу полягає в тому, що маючи вибірку об'єму  $N$ , підбирається найкраща модель у вигляді узагальненого полінома Колмогорова-Габора:

$$y = F(x_1, \dots, x_n) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{j \geq i}^n \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i x_j + \dots \quad (2.14)$$

Невідомі коефіцієнти  $a_0, a_i, a_{ij}, \dots$  знаходяться методом найменших квадратів.

Поліном будується виходячи з вибраних частинних описів (лінійних, неповного квадрату або повного квадрату):

$$\varphi(x_i, x_j) = \begin{cases} a_0 + a_1 x_i + a_2 x_j \\ a_0 + a_1 x_i + a_2 x_j + a_3 x_i x_j \\ a_0 + a_1 x_i + a_2 x_j + a_3 x_i x_j + a_4 x_i^2 + a_5 x_j^2 \end{cases} \quad (2.15)$$

Проміжні моделі в МГУА перевіряються одним з двох критеріїв адекватності:

$$\varepsilon_{\text{пер}}^2 = \frac{1}{N_{\text{пер}}} \sum_{i=1}^{N_{\text{пер}}} (y_i - \hat{y}_i(x))^2 - \text{критерій регулярності} \quad (2.16)$$

$$N_{\text{сн}} = \frac{1}{N_1 + N_2} \sum_{i=1}^{N_1 + N_2} (y_i^* - y_i^{**})^2 - \text{критерій незміщеності} \quad (2.17)$$

### Показники для оцінювання якості прогнозу

Для оцінки якості апроксимації моделі ми використовуємо коефіцієнт множинної детермінації  $R^2$ , який обчислюється за формулою:

$$R^2 = \frac{\text{Var}[\hat{y}]}{\text{Var}[y]} = 1 - \frac{\text{SSE}}{\text{SST}} \quad (2.18)$$

де  $\text{Var}[\hat{y}]$  – дисперсія залежної змінної, оціненої за допомогою побудованої моделі;

$\text{Var}[y]$  – дисперсія вимірів залежної змінної;

$SSE = \sum_{k=1}^N [y(k) - \hat{y}(k)]^2$  – сума квадратів похибок (залишків) моделі;

$SST = \sum_{k=1}^N [y(k) - \bar{y}]^2$  – загальна сума квадратів;

$\bar{y}$  – середнє значення.

З формули зрозуміло, що  $R^2 \rightarrow 1$ .

Для порівняння якості прогнозу різними моделями було взято корінь середньоквадратичної похибки RMSE:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [y(k) - \hat{y}(k)]^2} \quad (2.19)$$

Очевидно, що чим менший RMSE, тим кращою є модель.

Також, для більш наглядного оцінювання регресійних моделей в межах однієї вибірки ми використовували середню абсолютну похибку в процентах MAPE:

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \frac{|y(k) - \hat{y}(k)|}{|y(k)|} \cdot 100\% \quad (2.20)$$

Аналогічно до RMSE,  $MAPE \rightarrow 0$ .

## Висновки до розділу

В другому розділі ми визначились з даними, які будемо використовувати для подальших досліджень – це вибірки, сформовані в першу чергу з балансів, наданих банками Приват та ПУМБ у квартальних звітностях.

Також було представлено різні моделі для прогнозування. Але з огляду на те, що фінансові показники банків мають дуже складну структуру, а також на те, що вибірки представлені часовими рядами, деякі моделі не підходять для нашого випадку. Наприклад, метод правдоподібних траєкторій не дасть результату, тому що наші процеси не мають повторюваних елементів.

Отже, нами було обрано такі моделі: авторегресія, авторегресія з ковзним середнім, авторегресія з трендом, а також метод групового урахування аргументів.

### 3 ПОБУДОВА І ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ КЛЮЧОВИХ ПОКАЗНИКІВ ФІНАНСОВОГО СТАНУ БАНКУ

#### 3.1 Побудова моделей для ПриватБанку

Як було визначено у другому розділі, ми досліджуємо чотири моделі: авторегресію  $AR(p)$  з підбором найкращого порядку  $p$ , авторегресію зі ковзним середнім  $ARКС(p,q)$ , з вибором найкращого порядку ковзного середнього  $q$ , авторегресію з трендом та метод групового урахування аргументів. Нашою задачею є підібрати найкращі з цих моделей для прогнозування чотирьох показників фінансового стану банку:

- а) ліквідність банку;
- б) рентабельність використання активів (ROA);
- в) рентабельність капіталу (ROE);
- г) загальний об'єм депозитів.

Порівнювати моделі між собою в межах вибірки ми будемо такими показниками, як коефіцієнтом детермінації  $R^2$  та середньоквадратичною помилкою RMSE.

Для побудови регресійних моделей нами було написано програмний код мовою програмування Python, з використанням бібліотек `statsmodels.tsa.ar_model`, `statsmodels.tsa.arima_model` та `sklearn.metrics`, а також для додаткового дослідження ми використовуємо `Econometric EViews`.

Найкращий порядок  $p$  для авторегресії ми обираємо на основі часткової автокореляційної функції.

Вибірка для *ліквідності банку* має структуру, показану на рис. 3.1.



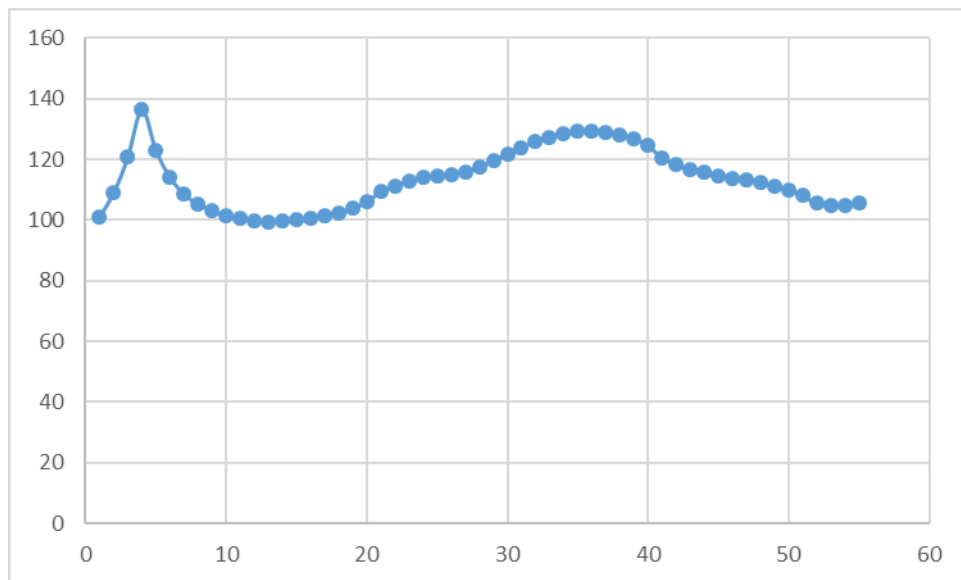


Рисунок 3.1 – Вибірка ліквідності банку

Для визначення порядку авторегресії для вибірки ліквідності банку отримали такі значення ЧАКФ (рис. 3.2):

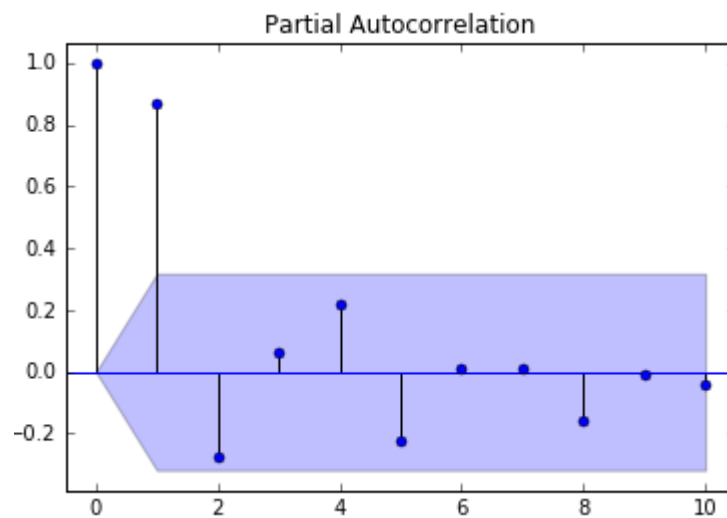


Рисунок 3.2 – ЧАКФ для ліквідності

За результатами ЧАКФ є доцільним перевірити порядок 1 та 2 (табл. 3.1):

Таблиця 3.1 – Вибір порядку АР для ліквідності

Порядок АР( $p$ )	$R^2$	RMSE	MAPE, %
(1)	0,8386	9,8251	6,8466
(2)	0,8838	9,8167	6,25

Кращою виявилась  $AP(2)$ . Рівняння моделі має вигляд:

$$y(k) = 12,5964 + 1,3561y(k-1) - 0,4676y(k-2) \quad (3.1)$$

На рис. 3.7 3.3 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю  $AP(2)$ .

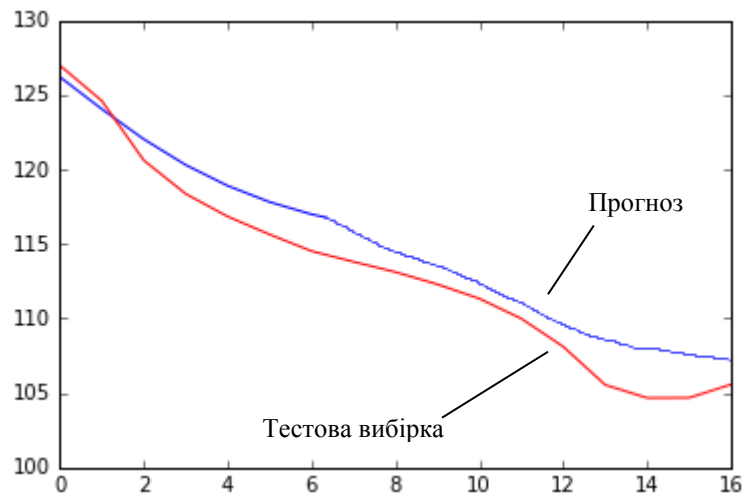


Рисунок 3.3 – Графік прогнозу моделлю  $AP(2)$  для ліквідності

Результати вибору найкращого порядку АРКС для ліквідності відображено у табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Пошук найкращого порядку АРКС для ліквідності

Порядок $(p, q)$	$R^2$	RMSE	MAPE, %
(1, 1)	0,8735	9,9606	7,11
(1, 2)	0,8834	9,9399	7,09
(1,3)	0,8509	11,7441	7,63
(2, 1)	0,8739	9,9886	7,3571

Виходячи, в першу чергу, з показників RMSE і MAPE, найкращою і достатньо хорошою виявилась модель АРКС(1, 2). Рівняння зазначено нижче:

$$y(k) = 113,2801 + 0,8656y(k-1) + 0,4242\varepsilon(k-1) + 0,0213\varepsilon(k-2) \quad (3.2)$$

На рис. 3.4 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю АРКС(1,2).

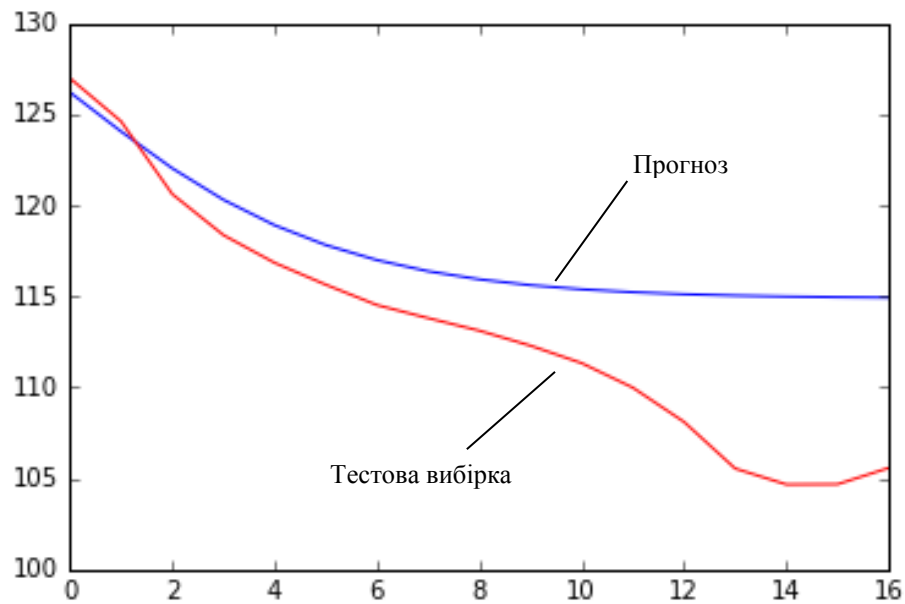


Рисунок 3.4 – Графік прогнозу моделлю АРКС(1, 2) для ліквідності

Данні *рентабельності використання активів (ROA)* зображені на графіку (рис. 3.5):

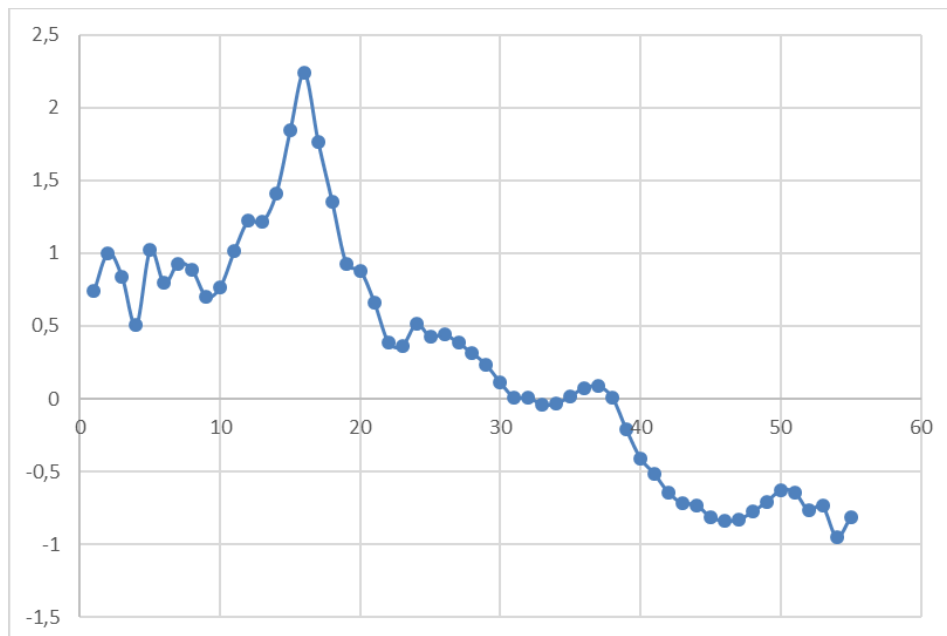


Рисунок 3.5 – Вибірка ROA

Як видно з графіка, процес є нестационарним, різнознаковим, є велика ймовірність того, що для адекватного прогнозування необхідна буде модель з трендом щонайменше третього порядку.

Для визначення порядку авторегресії отримали такі значення ЧАКФ (рис. 3.6):

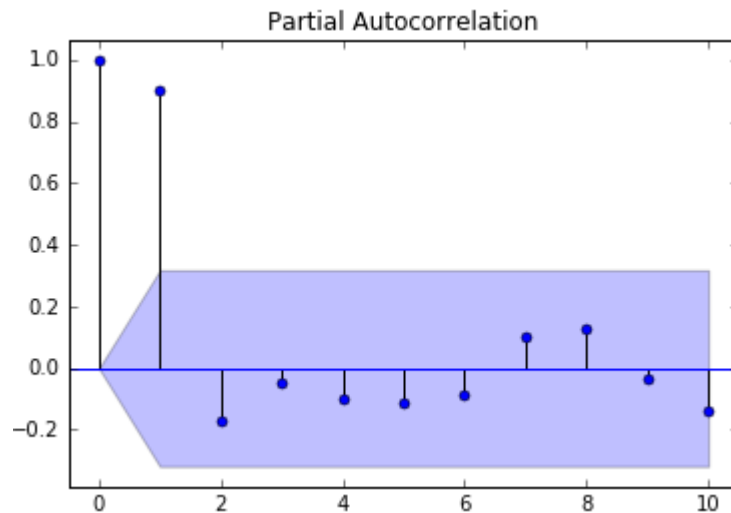


Рисунок 3.6 – ЧАКФ для ROA

За результатами ЧАКФ є доцільним перевірити порядок 1 та 2 (табл. 3.3):

Таблиця 3.3 – Вибір порядку АР для ROA

Порядок АР( $p$ )	$R^2$	RMSE	MAPE, %
(1)	0,9409	0,5884	237
(2)	0,9401	0,5496	200

Кращою виявилась АР(2). Рівняння моделі має вигляд:

$$y(k) = -0,0203 + 1,1546y(k-1) - 0,1845y(k-2) \quad (3.3)$$

На рис. 3.7 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю АР(2).

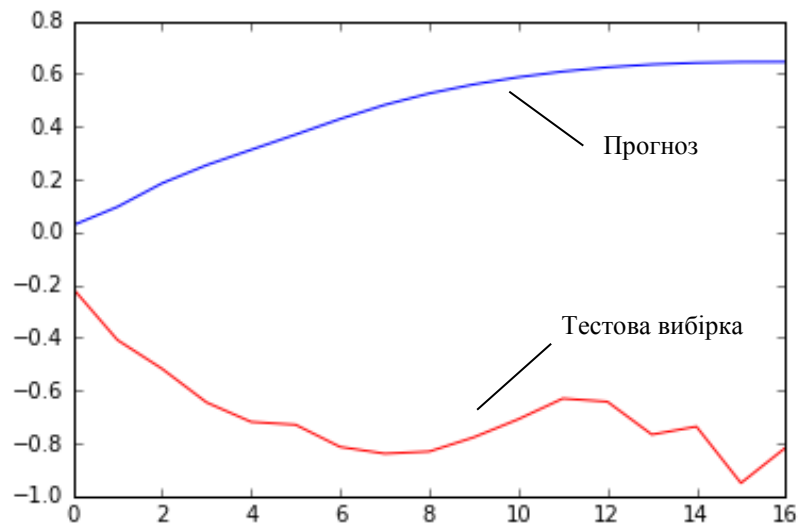


Рисунок 3.7 – Графік прогнозу моделлю AP(2) для вибірки ROA

Результати вибору найкращого порядку АРКС для вибірки ROA відображено у табл. 3.4

Таблиця 3.4 – Пошук найкращого порядку АРКС для ROA

Порядок ( $p, q$ )	$R^2$	RMSE	MAPE, %
(1, 1)	0,9428	0,6085	187
(1, 2)	0,9409	0,5892	232
(2, 1)	0,9430	0,6277	228
(2, 2)	0,8689	0,6036	245

Хоч результати і невтішні, але найкращою з існуючих моделей можна виділити АРКС(1, 1). Рівняння зазначено нижче:

$$y(k) = -0,6887 + 0,9717y(k-1) + 0,1944\varepsilon(k-1) \quad (3.4)$$

На рис. 3.8 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю АРКС(1,1).

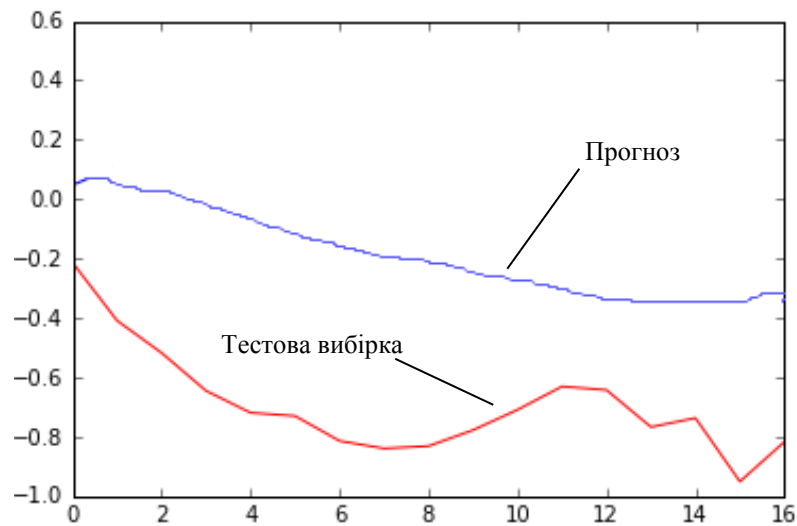


Рисунок 3.8 – Графік прогнозу моделлю АРКС(1, 1) для вибірки ROA

Наступним етапом, як зазначалося вище, є спроба додати тренд третього порядку.

$$y(k) = 0,0685 + 1,1155y(k-1) - 0,2256y(k-2) - 0,0147k^3 \quad (3.5)$$

Для моделі з трендом маємо дійсно кращі результати:

$$R^2 = 0,9465$$

$$\text{RMSE} = 0,1845$$

$$\text{MAPE} = 65,93\%$$

Велика складність полягає в тому, що дані є різнознаковими. Для побудови кращої моделі, ми виконали лінійне перетворення всієї вибірки, зробивши її строго додатною. На таких даних побудовано АР(2) з кубічним трендом (рис. 3.9):

$$y(k) = 0,6609 + 0,9891y(k-1) - 0,2983y(k-2) + 0,0534k - 0,0026k^2 + 0,0285k^3 \quad (3.6)$$

$$R^2 = 0,9554$$

$$\text{RMSE} = 0,1684$$

MAPE = 5%

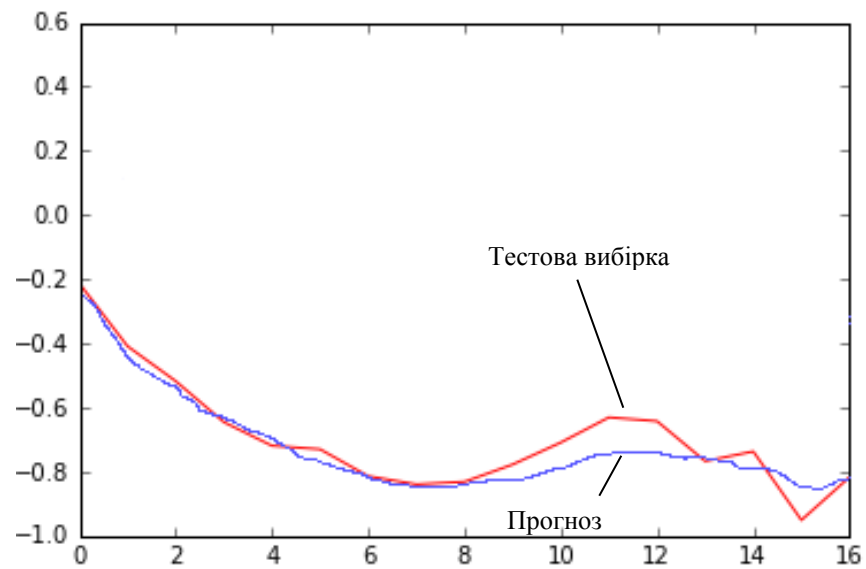


Рисунок 3.9– Графік прогнозу моделлю AP(2) з кубічним трендом  
для вибірки ROA

Вибірка *рентабельності капіталу (ROE)* має вигляд (рис. 3.10):

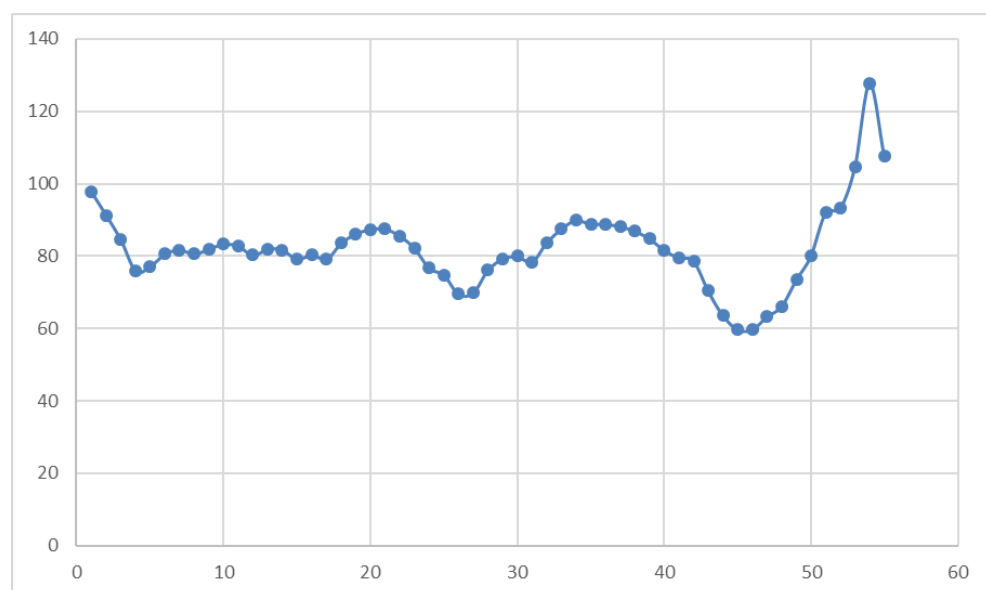


Рисунок 3.10 – Вибірка ROE

Для визначення порядку авторегресії для вибірки ROE отримали такі значення ЧАКФ (рис. 3.11):

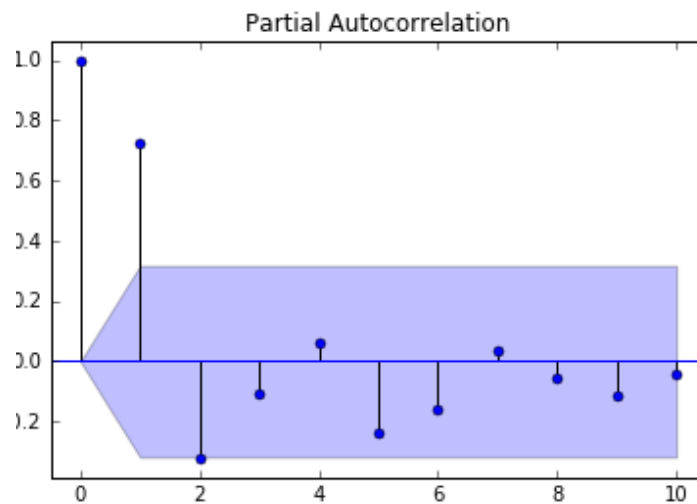


Рисунок 3.11 – ЧАКФ для ROE

За результатами ЧАКФ є доцільним перевірити порядок 1 та 2 (табл. 3.5):

Таблиця 3.5 – Вибір порядку АР для ROE

Порядок АР( $p$ )	$R^2$	RMSE	MAPE, %
(1)	0,7293	11,9511	11,2119
(2)	0,9603	11,1077	8,9252

Кращою виявилась АР(2). Рівняння моделі має вигляд:

$$y(k) = 19,0161 + 1,2207y(k-1) - 0,4537y(k-2) \quad (3.7)$$

На рис. 3.12 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю АР(2).



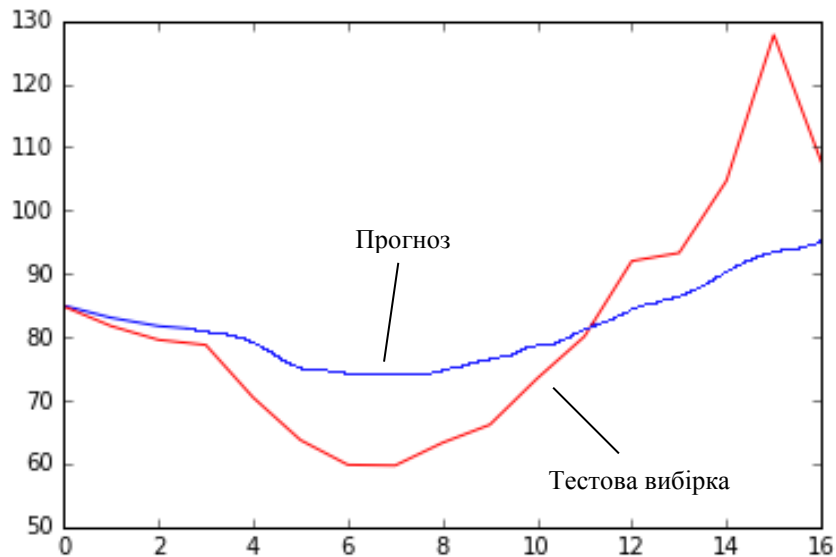


Рисунок 3.12 – Графік прогнозу моделлю AP(2) для ROE

Результати вибору найкращого порядку АРКС для вибірки ROE відображено у табл. 3.6

Таблиця 3.6 – Пошук найкращого порядку АРКС для ROE

Порядок ( $p, q$ )	$R^2$	RMSE	MAPE, %
(1, 1)	0,7801	11,0698	8,9392
(1, 2)	0,7421	11,5538	10,3932
(2, 1)	0,7968	11,2905	9,6542

Так як наша ціль – прогноз, то виходячи, в першу чергу, з показників RMSE і MAPE, найкращою моделлю виявилась АРКС(1, 1). Рівняння зазначено нижче:

$$y(k) = 81,5776 + 0,6075y(k-1) + 0,8712\varepsilon(k-1) \quad (3.8)$$

На рис. 3.13 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю АРКС(1,1).

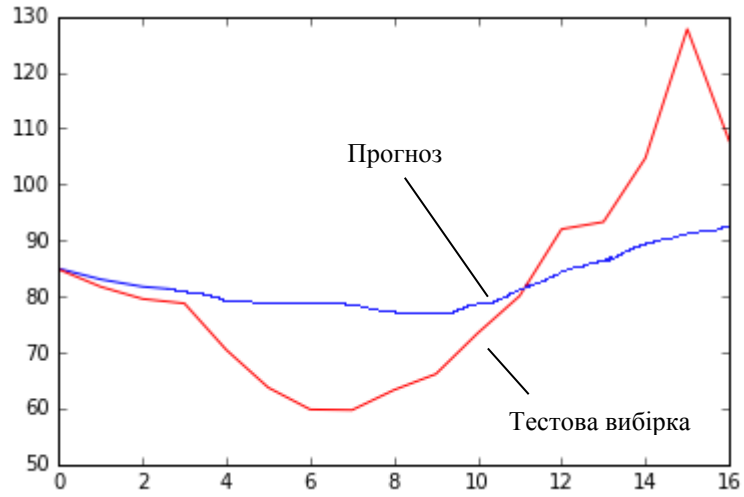


Рисунок 3.13 – Графік прогнозу моделлю АРКС(1, 1) для ROE

Вибірка об’єму депозитів має такий вигляд (рис. 3.14):

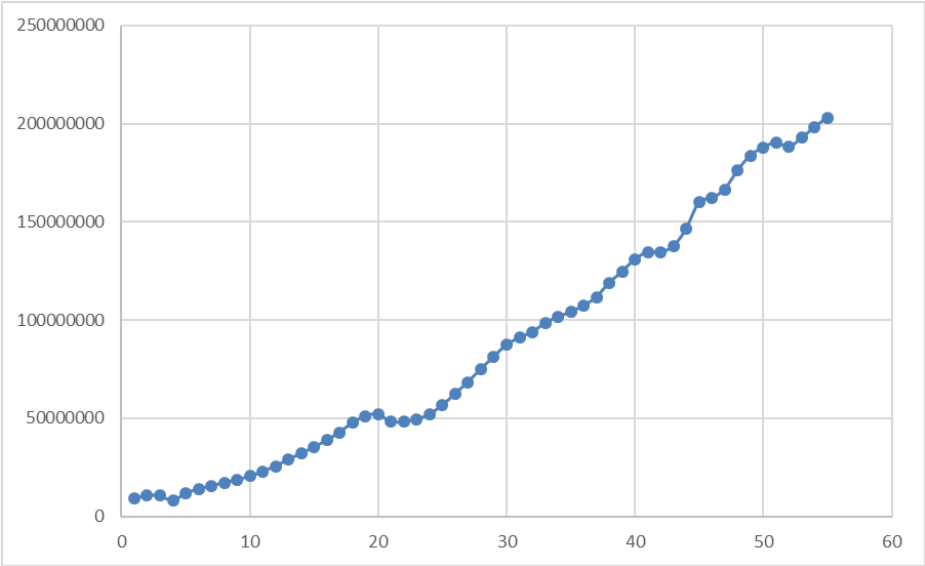


Рисунок 3.14 – Вибірка об’єму депозитів

Для визначення порядку авторегресії для об’єму депозитів отримали такі значення ЧАКФ (рис. 3.15):

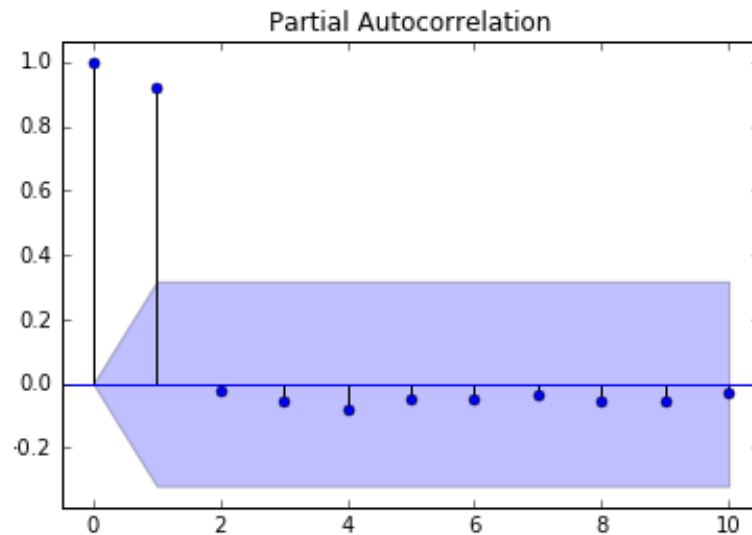


Рисунок 3.15 – ЧАКФ для об'єму депозитів

За результатами ЧАКФ порядок авторегресії визначився однозначно. Будуємо модель  $AR(1)$  Рівняння моделі має вигляд:

$$y(k) = 2018706 + 1,0185y(k - 1) \quad (3.9)$$

$$R^2 = 0,9981$$

$$RMSE = 8754152$$

$$MAPE = 19,0490\%$$

На рис. 3.16 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю  $AR(1)$ .

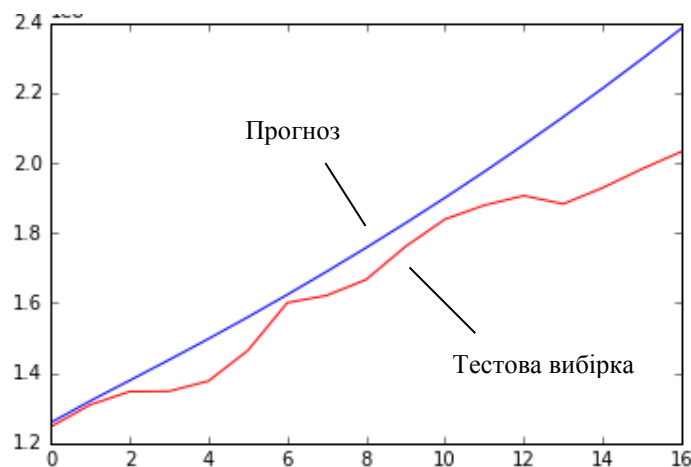


Рисунок 3.16 – Графік прогнозу моделлю  $AR(1)$  для об'єму депозитів

Результати вибору найкращого порядку АРКС для вибірки ROE відображено у табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Пошук найкращого порядку АРКС для об'єму депозитів

Порядок ( $p, q$ )	$R^2$	RMSE	MAPE, %
(1, 1)	0,9983	22853671	44,9366
(1, 2)	0,9977	22625202	44,6002
(1, 3)	0,9981	10419493	21,1470
(1, 4)	0,9981	9183418	19,4066
(2, 1)	0,9979	10601561	22,2895

Найкращою моделлю виявилась АРКС(1, 4). Рівняння зазначено нижче:

$$y(k) = 81 + 0,9969y(k-1) + 0,9483\varepsilon(k-1) + 0,7947\varepsilon(k-2) + 0,5879\varepsilon(k-3) + 0,2365\varepsilon(k-4) \quad (3.10)$$

На рис. 3.17 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю АРКС(1,1).

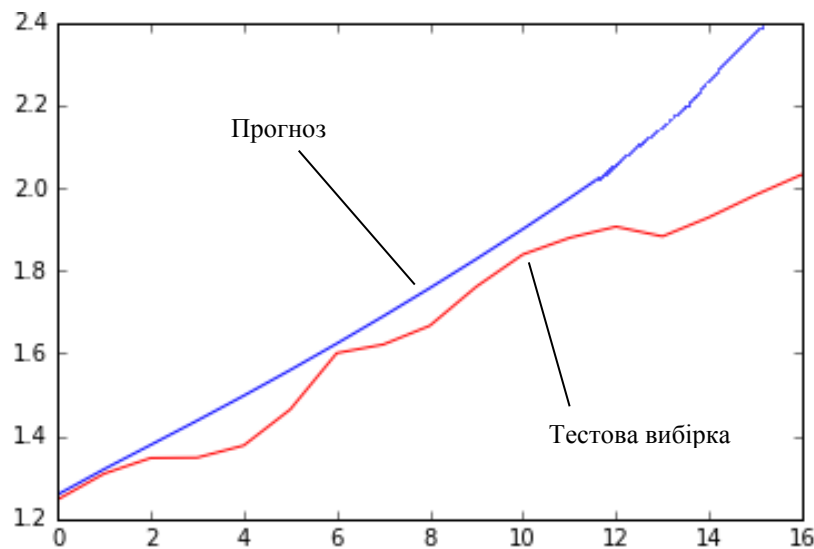


Рисунок 3.17 – Графік прогнозу моделлю АРКС(1, 1) для об'єму банку

Побудова моделей методом групового урахування елементів (МГУА) виконувалась з допомогою програми GMDH Shell. В програму завантажуються

вибірка, обирається необхідна дія, в нашому випадку – це прогнозування часових рядів, після чого отримаємо прогнозовані значення. В якості демонстрації, в роботі представлені графіки вибірок і статистичні показники.

Для вибірки *ліквідності банку*:

коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,9975$

середньоквадратичне відхилення  $RMSE = 0,4081$

На рис. 3.18 зображено графік вибірки та її прогноз, де сірим зображена вихідна вибірка, синім – модель процесу для тестової вибірки, червоним – прогноз на майбутнє.

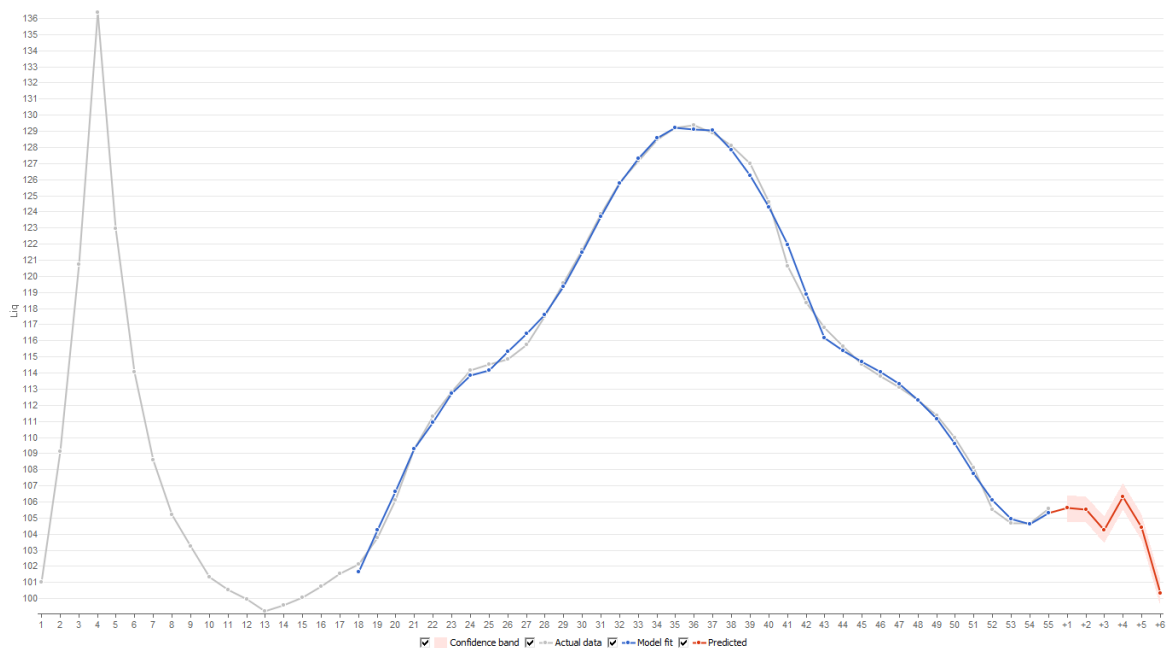


Рисунок 3.18 – Прогноз МГУА для ліквідності банку

Для вибірки *рентабельності використання активів*:

коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,9905$

середньоквадратичне відхилення  $RMSE = 0,0375$

На рис. 3.19 зображено графік прогнозу для ROA:

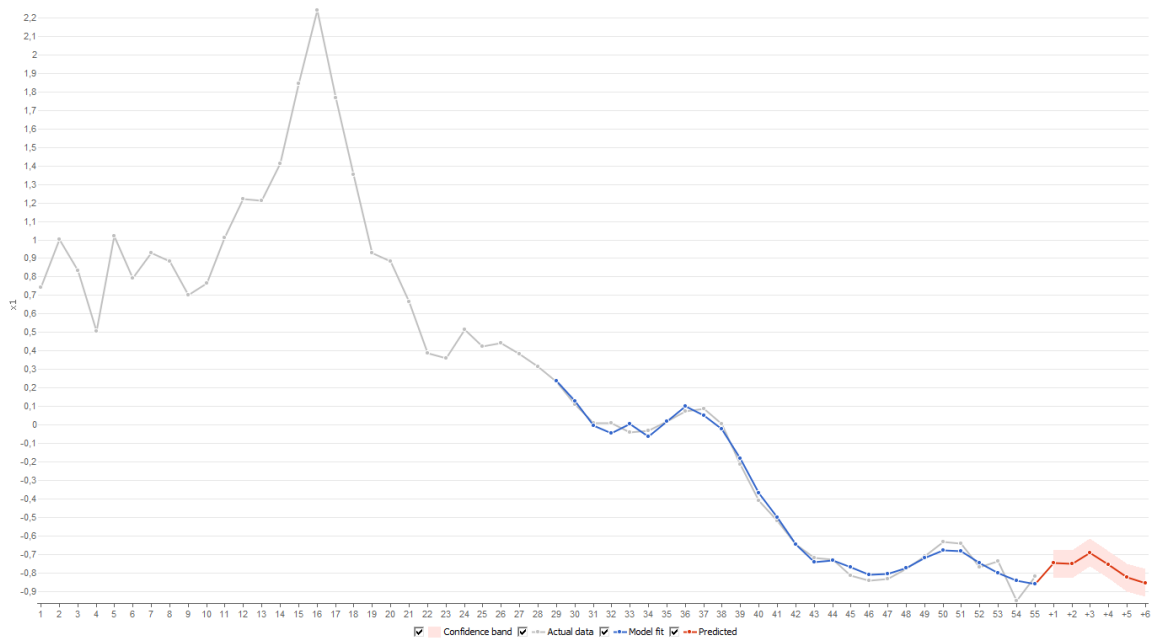


Рисунок 3.19 – Прогноз МГУА для ROA

Показники для *рентабельності капіталу* такі:

коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,9204$

середньоквадратичне відхилення  $RMSE = 4,1752$

Рис. 3.20 демонструє прогноз рентабельності капіталу:

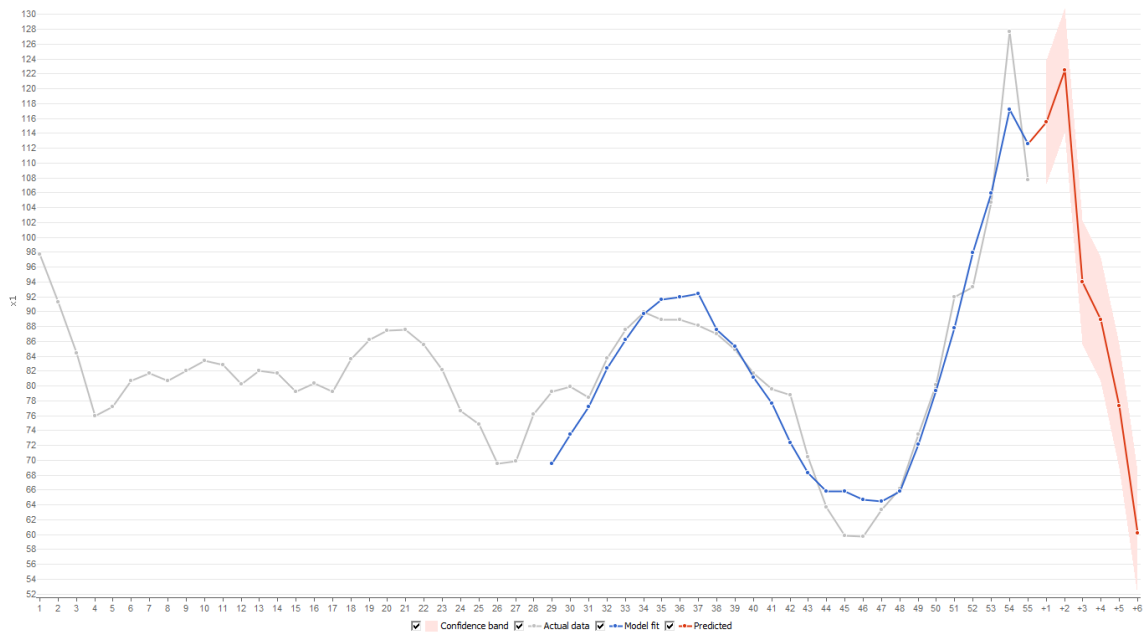


Рисунок 3.20 – Прогноз МГУА для ROE

Для вибірки *об'єму депозиту* отримали такі показники для перевірки:

коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,9779$

середньоквадратичне відхилення  $RMSE = 3831129$

На графіку зображено прогноз для майбутнього об'єму депозитів банку (рис. 3.21):

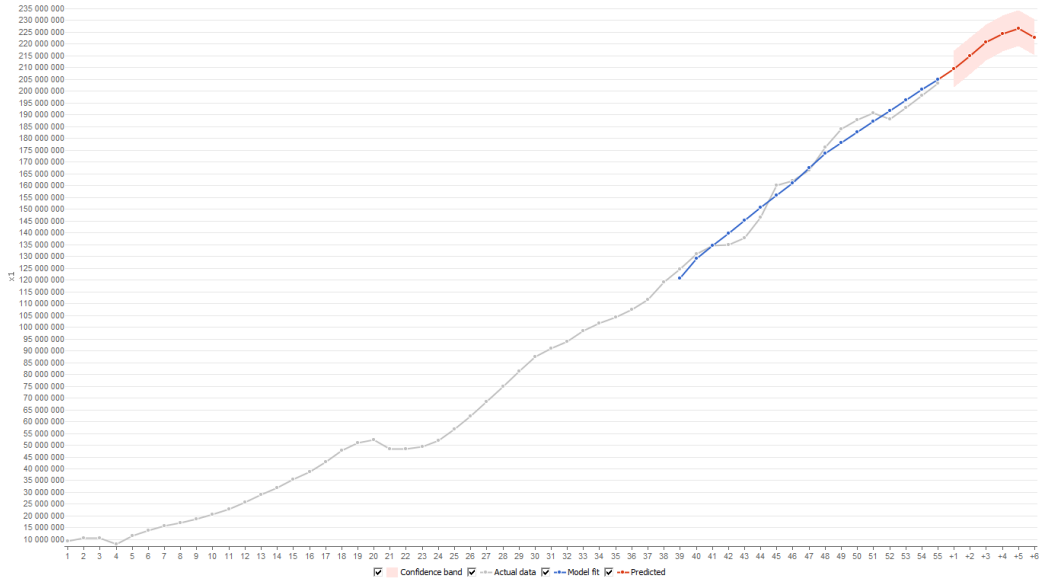


Рисунок 3.21 – Прогноз МГУА для об'єму депозитів

### 3.2 Побудова моделей для ПУМБ

Вибірка для ліквідності банку має структуру, показану на рис. 3.1 3.22.

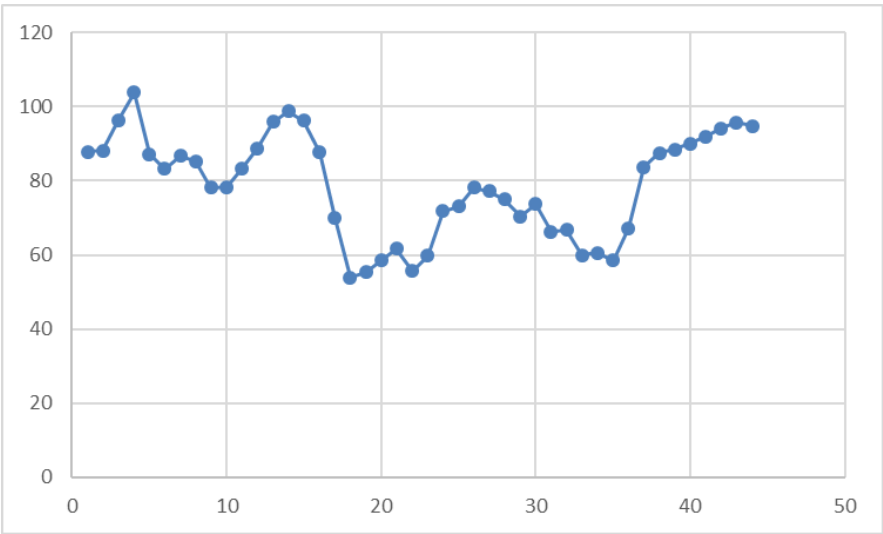


Рисунок 3.22 – Вибірка ліквідності банку

Для визначення порядку авторегресії для вибірки ліквідності банку отримали такі значення ЧАКФ (рис. 3.23):

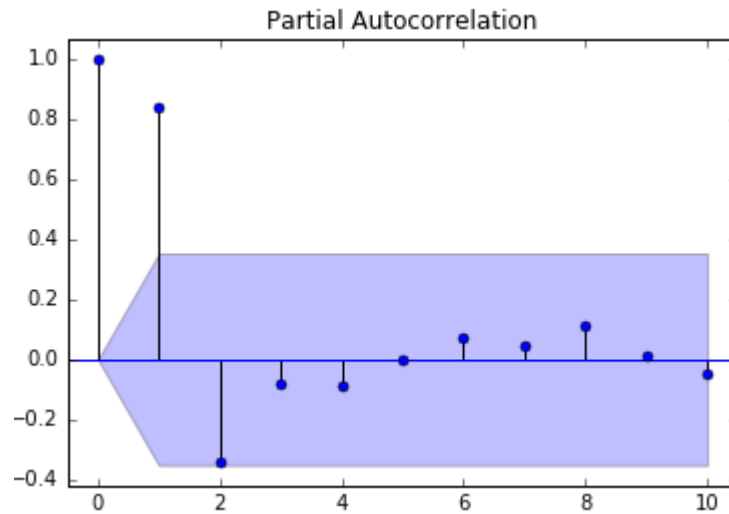


Рисунок 3.23 – ЧАКФ для ліквідності

За результатами ЧАКФ є доцільним перевірити порядок 1 та 2 (табл. 3.8):

Таблиця 3.8 – Вибір порядку АР для ліквідності

Порядок АР( $p$ )	$R^2$	RMSE	MAPE, %
(1)	0,7677	13,4899	15,99
(2)	0,8102	13,4508	15,92

Кращою виявилась АР(2). Рівняння моделі має вигляд:

$$y(k) = 13,9749 + 1,2658y(k - 1) - 0,4436y(k - 2) \quad (3.11)$$

На рис. 3.24 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю АР(2).



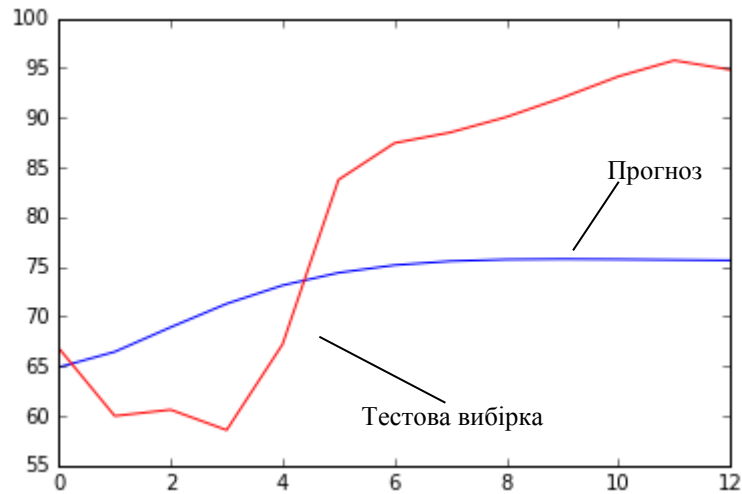


Рисунок 3.24 – Графік прогнозу моделлю AP(2) для ліквідності

Результати вибору найкращого порядку АРКС для ліквідності відображено у табл. 3.9.

Виходячи, в першу чергу, з показників RMSE і MAPE, найкращою і кращою виявилась модель АРКС(1, 1). Рівняння зазначено нижче:

$$y(k) = 79,8415 + 0,8814y(k - 1) + 0,0274\varepsilon(k - 1) \quad (3.12)$$

Таблиця 3.9 – Пошук найкращого порядку АРКС для ліквідності

Порядок ( $p, q$ )	$R^2$	RMSE	MAPE, %
(1, 1)	0,8061	13,3909	15,84
(1, 2)	0,7679	13,4849	15,99
(2,1)	0,8469	13,4238	15,95
(2, 2)	0,4851	13,6933	16,31

На рис. 3.25 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю АРКС(1,2).

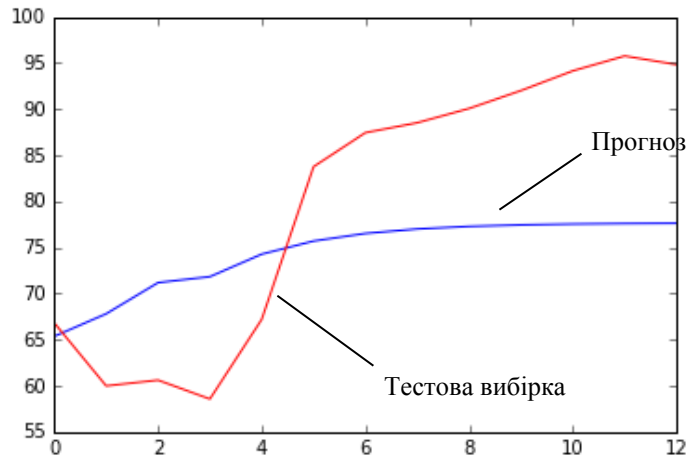


Рисунок 3.25 – Графік прогнозу моделлю АРКС(1, 1) для ліквідності

Данні *рентабельності використання активів (ROA)* зображені на графіку (рис. 3.5 3.26):

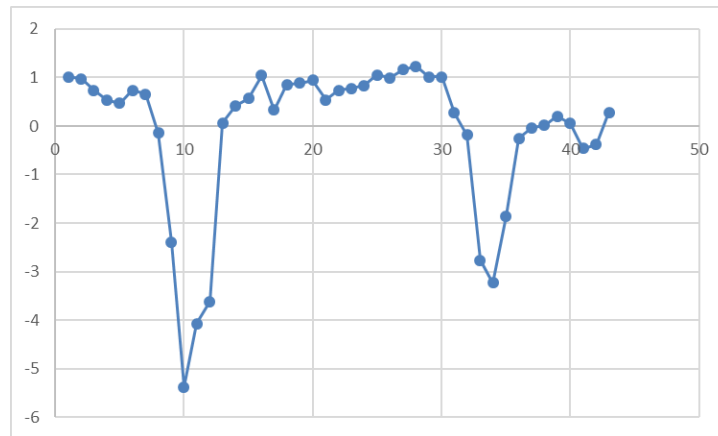


Рисунок 3.26 – Вибірка ROA

Як видно з графіка, процес є нестационарним, різнознаковим. Для визначення порядку авторегресії отримали такі значення ЧАКФ (рис. 3.6 3.27):

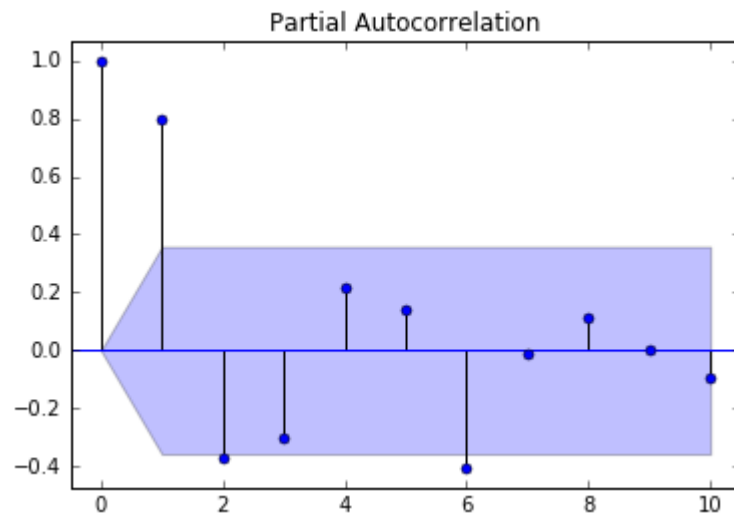


Рисунок 3.27 – ЧАКФ для ROA

За результатами ЧАКФ є доцільним перевірити порядки 1-3 (табл. 3.10):

Таблиця 3.10 – Вибір порядку АР для ROA

Порядок $AP(p)$	$R^2$	RMSE	MAPE, %
(1)	0,6124	1,5551	157,26
(2)	0,6815	1,5498	149,15
(3)	0,6952	1,5832	150,31

Кращою виявилась  $AP(2)$ . Рівняння моделі має вигляд:

$$y(k) = -0,0459 + 1,1165y(k-1) - 0,4317y(k-2) \quad (3.13)$$

На рис. 3.28 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю  $AP(2)$ .

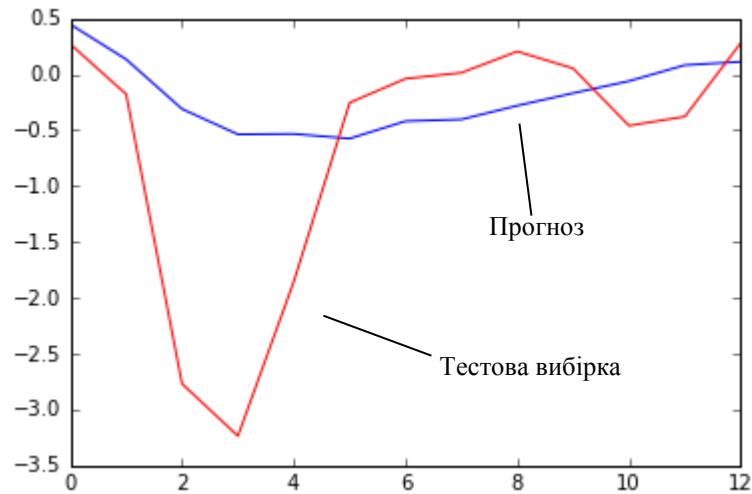


Рисунок 3.28 – Графік прогнозу моделлю AP(2) для вибірки ROA

Результати вибору найкращого порядку АРКС для вибірки ROA відображено у табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Пошук найкращого порядку АРКС для ROA

Порядок ( $p, q$ )	$R^2$	RMSE	MAPE, %
(1, 1)	0,6536	1,5458	145,71
(1, 2)	0,6204	1,5492	146,98
(2, 1)	0,6410	1,5744	153,84

Кращою з існуючих моделей можна виділити АРКС(1, 1). Рівняння зазначено нижче:

$$y(k) = -0,1498 + 0,6852y(k-1) + 0,3114\varepsilon(k-1) \quad (3.14)$$

На рис. 3.8 3.29 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю АРКС(1,1).

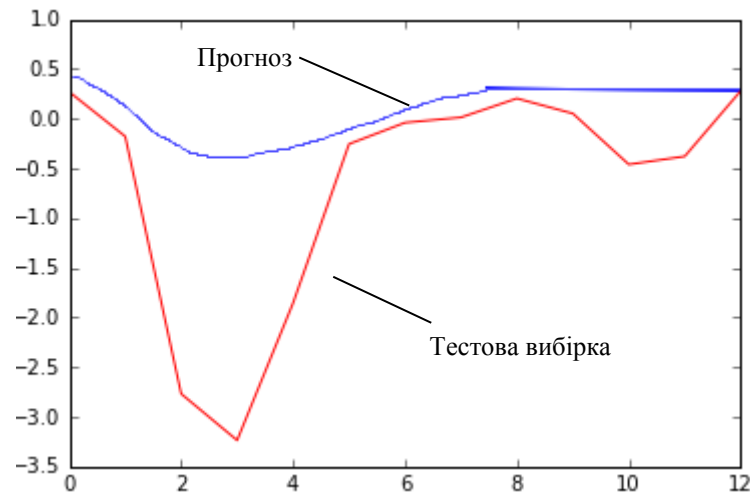


Рисунок 3.29 – Графік прогнозу моделлю АРКС(1, 1) для вибірки ROA

Подібно ситуації з вибіркою ПриватБанку, ми виконали лінійні перетворення даної вибірки, що зробило її строго додатньою. Тепер АР(2) має таке рівняння і статистики:

$$y(k) = 1,8450 + 1,1165y(k - 1) - 0,4317y(k - 2) \quad (3.15)$$

Для моделі з трендом маємо дійсно кращі результати:

$$R^2 = 0,6815$$

$$RMSE = 0,8860$$

$$MAPE = 22,43\%$$

Відповідно, для зміненої вибірки АРКА(1,1) також показало покращені результати прогнозу (рис. 3.30):

$$y(k) = 1,8631 + 0,9773y(k - 1) + 0,2366\varepsilon(k - 1) \quad (3.16)$$

$$R^2 = 0,6971$$

$$RMSE = 0,8806$$

$$MAPE = 21,27\%$$

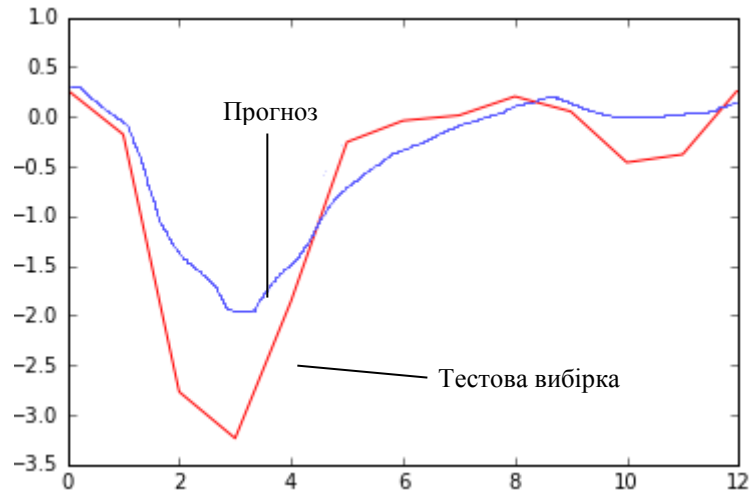


Рисунок 3.30– Графік прогнозу моделлю  $AR(1,1)$  для вибірки ROA з лінійними перетвореннями

Вибірка *рентабельності капіталу (ROE)* має вигляд (рис. 3.31):

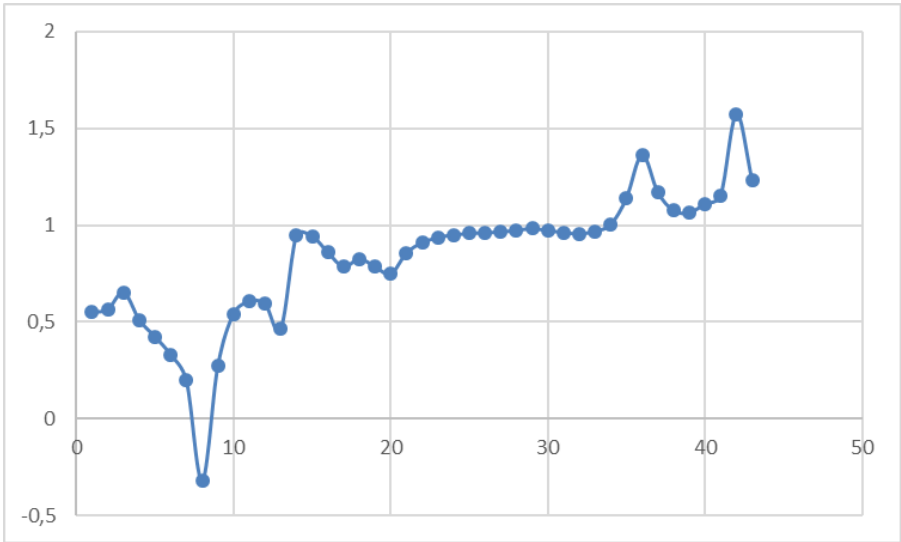


Рисунок 3.31 – Вибірка ROE

Для визначення порядку авторегресії для вибірки ROE отримали такі значення ЧАКФ (рис. 3.32):

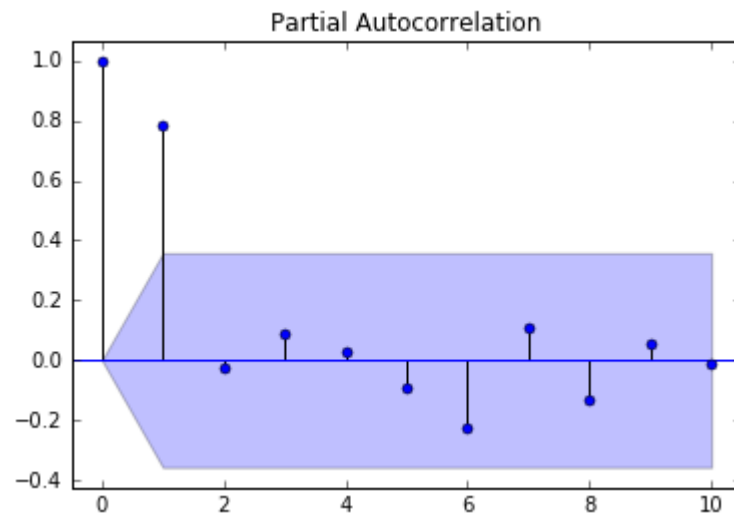


Рисунок 3.32 – ЧАКФ для ROE

За результатами ЧАКФ однозначним виявився порядок 1 для авторегресії. Кращою виявилась  $AR(2)$ . Рівняння моделі має вигляд:

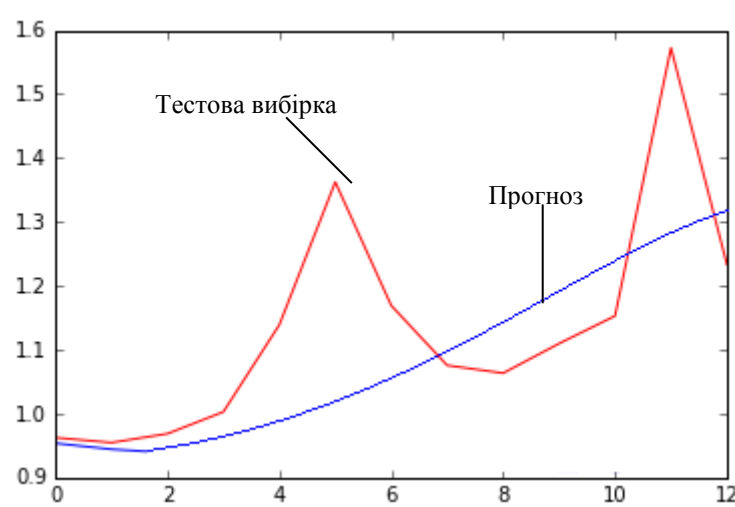
$$y(k) = 0,1353 + 0,8541y(k - 1) \quad (3.17)$$

$$R^2 = 0,7153$$

$$RMSE = 0,2933$$

$$MAPE = 39,27\%$$

На рис. 3.33 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю  $AR(1)$ .

Рисунок 3.33 – Графік прогнозу моделлю  $AR(1)$  для ROE

Результати вибору найкращого порядку АРКС для вибірки ROE відображено у табл. 3.12.

Таблиця 3.12 – Пошук найкращого порядку АРКС для ROE

Порядок ( $p, q$ )	$R^2$	RMSE	MAPE, %
(1, 1)	0,7181	0,2751	36,29
(1, 2)	0,7185	0,2811	37,24
(2, 1)	0,7215	0,3013	40,84

Так як наша ціль – прогноз, то виходячи, в першу чергу, з показників RMSE і MAPE, кращою моделлю виявилась АРКС(1, 1). Рівняння зазначено нижче:

$$y(k) = 0,9891 + 0,9007y(k-1) - 0,1564\varepsilon(k-1) \quad (3.18)$$

На рис. 3.34 продемонстровано прогноз в порівнянні з тестовою вибіркою, побудований моделлю АРКС(1,1).

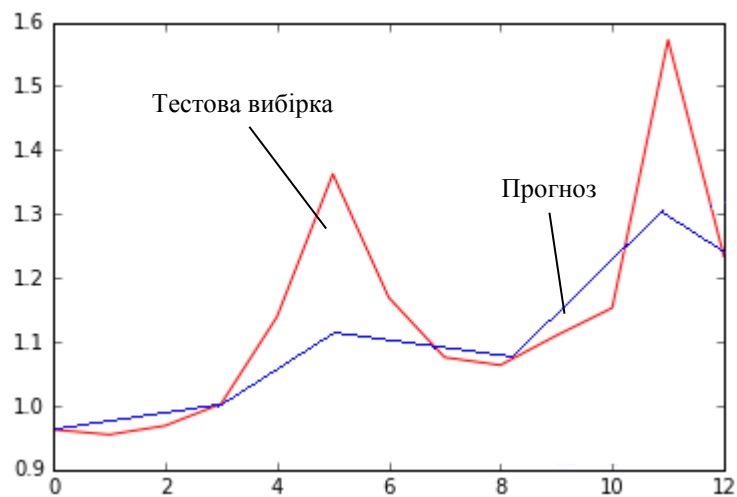


Рисунок 3.34 – Графік прогнозу моделлю АРКС(1, 1) для ROE

Виходячи зі значень часового ряду видно, що процес є нелінійним. Додамо у модель АР(2) тренд другого порядку:

$$y(k) = 0,0906 + 0,5469y(k-1) - 0,1262y(k-2) + 0,0235k - 0,0002k^2 \quad (3.19)$$



Отримали такі статистики:

$$R^2 = 0,7798$$

$$RMSE = 0,1583$$

$$MAPE = 16,82\%$$

Побудова моделей методом групового урахування елементів (МГУА), аналогічно попередньому розділу, виконувалась з допомогою програми GMDH Shell. В якості демонстрації, в роботі представлені графіки вибірок і статистичні показники.

Для вибірки *ліквідності банку*:

$$\text{коефіцієнт детермінації } R^2 = 0,5744$$

$$\text{середньоквадратичне відхилення } RMSE = 8,2781$$

На рис. 3.35 зображено графік вибірки та її прогноз, де сірим зображена вихідна вибірка, синім – модель процесу для тестової вибірки, червоним – прогноз на майбутнє.

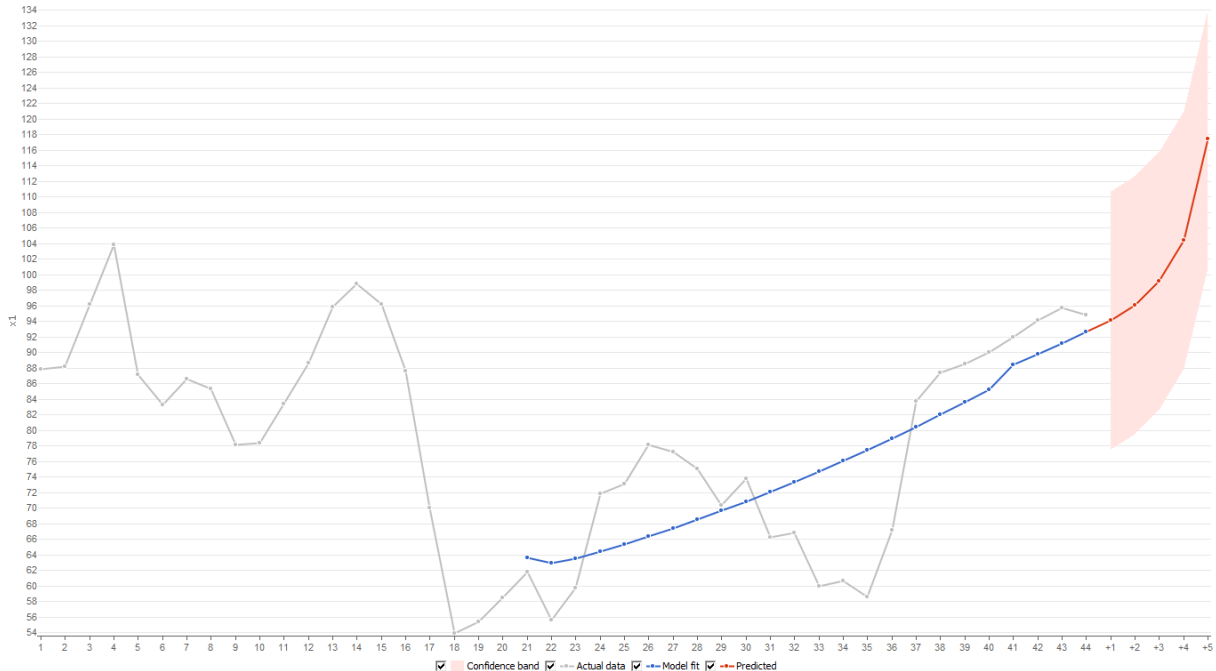


Рисунок 3.35 – Прогноз МГУА для ліквідності банку

Для вибірки *рентабельності використання активів*:

$$\text{коефіцієнт детермінації } R^2 = 0,8434$$

середньоквадратичне відхилення  $RMSE = 0,4529$

На рис. 3.36 зображено графік прогнозу для ROA:

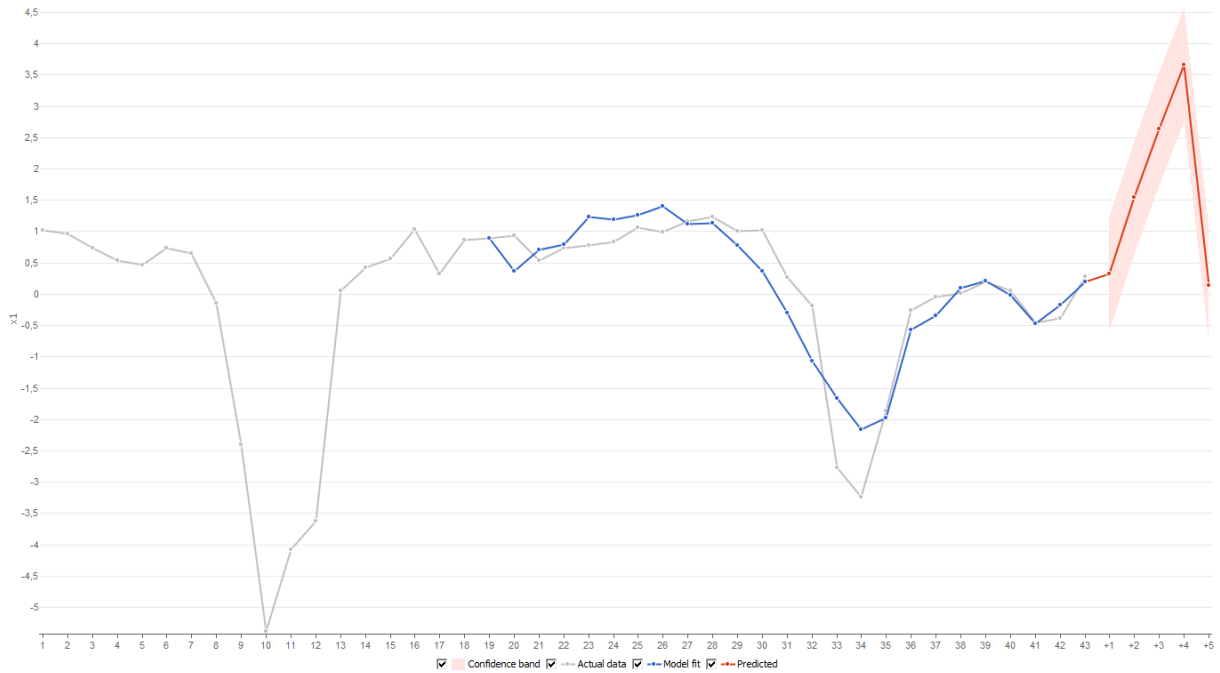


Рисунок 3.36 – Прогноз МГУА для ROA

Показники для *рентабельності капіталу* такі:

коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,8545$

середньоквадратичне відхилення  $RMSE = 0,0671$

Рис. 3.37 демонструє прогноз рентабельності капіталу:

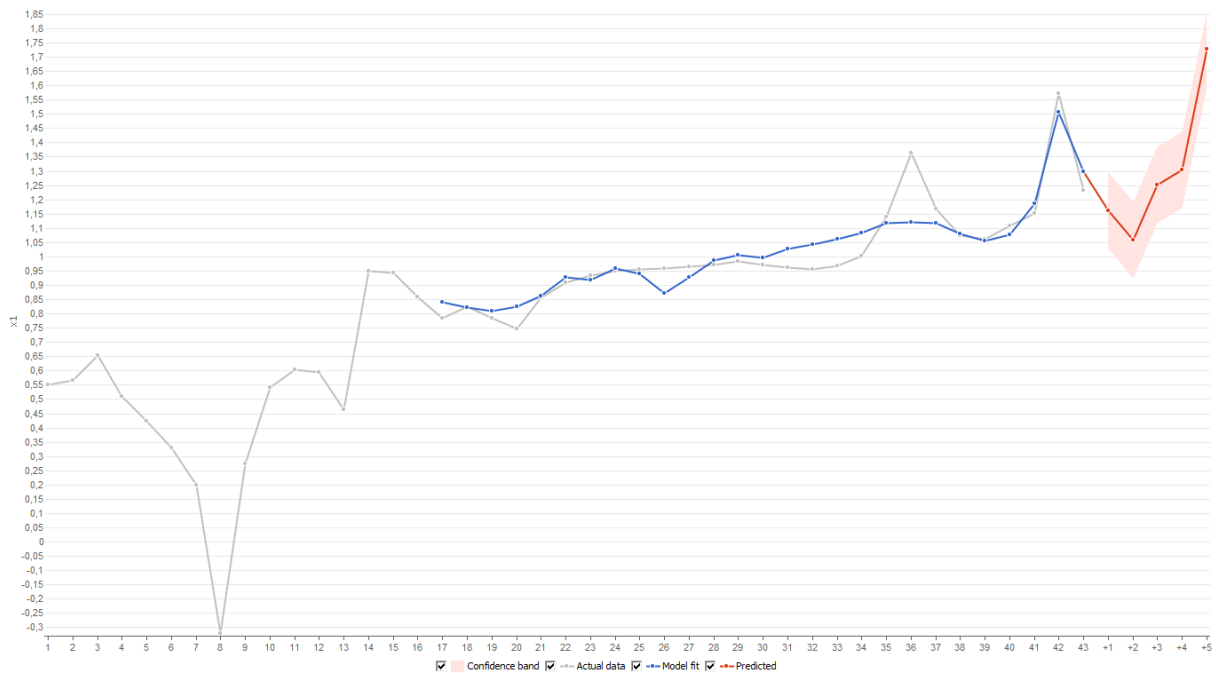


Рисунок 3.37 – Прогноз МГУА для ROE

### 3.3 Порівняльний аналіз отриманих результатів

Таким чином ми провели дослідження для чотирьох показників фінансового стану банку, таких, як:

- 1) ліквідність банку;
- 2) рентабельність використання активів (ROA);
- 3) рентабельність капіталу (ROE);
- 4) загальний об'єм депозитів.

Для кожного показника ми побудували регресійні моделі та модель за МГУА. У табл. Таблиця 3.13, 3.14, 3.15, 3.16 представлені статистичні параметри для всіх побудованих моделей для вибірок ліквідності банку, ROA, ROE та об'єму депозитів відповідно для ПриватБанку.

Таблиця 3.13 – Статистичні параметри для моделей прогнозування ліквідності ПриватБанку

Модель	$R^2$	RMSE
AP(2)	0,8838	9,8167
АРКС(1, 2)	0,8834	9,9399
МГУА	0,9975	0,4081

Таблиця 3.14 – Статистичні параметри для моделей прогнозування ROA ПриватБанку

Модель	$R^2$	RMSE
AP(2)	0,9401	0,5496
АРКС(1, 1)	0,9428	0,6085
AP(2) з кубічним трендом	0,9554	0,1684
МГУА	0,9905	0,0375

Таблиця 3.15 – Статистичні параметри для моделей прогнозування ROE ПриватБанку

Модель	$R^2$	RMSE
AP(2)	0,9603	11,1077
АРКС(1, 1)	0,7801	11,0698
МГУА	0,9204	4,1752

Таблиця 3.16 – Статистичні параметри для моделей прогнозування об'єму депозитів ПриватБанку

Модель	$R^2$	RMSE
AP(1)	0,9981	8754152
АРКС(1, 4)	0,9981	9183418
МГУА	0,9779	3831129

Таким чином, з огляду на дані з таблиці можемо зробити висновок, що метод групового урахування аргументів однозначно є найкращим для прогнозування таких показників, як ліквідність, ROA, ROE і об'єм депозитів ПриватБанку. На другому місці для ROE є авторегресія з ковзним середнім, для ROA була розроблена додаткова модель – AP(2) з трендом третього порядку, ця модель посіла друге місце для цього показника, а для решти показників кращим виявилась авторегресія.

У табл. 3.17, 3.18, Таблиця 3.19 представлені статистичні параметри для всіх побудованих моделей для вибірок ліквідності банку, ROA та ROE відповідно для ПУМБ.

Таблиця 3.17 – Статистичні параметри для моделей прогнозування ліквідності ПУМБ

Модель	$R^2$	RMSE
AP(2)	0,8102	13,4508
АРКС(1, 2)	0,7679	13,4849
МГУА	0,5744	8,2781

Таблиця 3.18 – Статистичні параметри для моделей прогнозування ROA ПУМБ

Модель	$R^2$	RMSE
AP(2)	0,6815	1,5498
АРКС(1, 1)	0,6536	1,5458
AP(2) з лінійними перетвореннями	0,6815	0,8860
АРКС(1, 1) з лінійними перетвореннями	0,6971	0,8806
МГУА	0,8434	0,4529

Таблиця 3.19 – Статистичні параметри для моделей прогнозування ROE ПУМБ

Модель	$R^2$	RMSE
AP(2)	0,7153	0,2933
АРКС(1, 1)	0,7181	0,2751
AP(1) з квадратним трендом	0,7798	0,1583
МГУА	0,8545	0,0671

Аналогічно даним ПриватБанку, для вибірок ПУМБ найкращою моделлю для прогнозування виявився МГУА. Хоча, варто зазначити, що через менший об'єм вибірок, а також ще більшу нелінійність процесів, що були створені діяльністю ПУМБ протягом десяти років, результати прогнозу є не настільки точними, як у ПриватБанку, хоча теж прийнятними для подальшого прийняття рішень.

#### Висновки до розділу

В даному розділі було побудовано моделі для прогнозування показників фінансового стану банків ПриватБанк і ПУМБ, а саме: ліквідність банку, рентабельність використання активів, рентабельність капіталу та об'єм депозитів.

В основному для кожного з перерахованих вище показників було побудовано моделі регресійного аналізу, а саме авторегресія і аторегресія з ковзним середнім, в цих моделях було підібрано найкращий порядок за допомогою часткових автокореляційних функцій і методом підбору відповідно, а також для порівняння було використано МГУА.

Також окремо варто виділити такі фінансові показники, як ROA для ПриватБанку і ROA та ROE для ПУМБ. Як було видно з рис. 3.5, 3.26 та 3.31, цей процес є нестационарним і знакозмінним, що дуже ускладнило процес його прогнозування. Звичайні AP і APKС показали достатньо невтішні результати, тому для цього показника нами було проведено додаткові дослідження. В першу чергу ми виконали лінійне перетворення всієї вибірки, щоб позбутись від'ємних значень. Для ПУМБ, вибірки ROA цих перетворень виявилось достатньо для отримання прийняттого результату. Для двох інших «складних» вибірок шляхом ми прийшли до моделей з трендом і визначили, що найкращий результат дала нам модель авторегресії з трендом третього порядку для ROA, ПриватБанку і модель авторегресії з трендом другого порядку для ROE, ПУМБ.

Незважаючи на всі старання підібрати адекватну модель серед регресійних моделей, для всіх фінансових показників МГУА виявився найкращим.

## 4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

### 4.1 Опис ідеї проекту

У табл. 4.1 - 4.2 ми проводимо аналіз змісту ідеї, можливих напрямків застосування, основних вигод, що може отримати користувач товару, а також висвітлюємо особливості нашого продукту порівняно з продуктами конкурентів:

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрямки застосування</i>	<i>Вигоди для користувача</i>
Пропонується розробити моделі для прогнозування ключових показників фінансового стану банку	1. Внутрішнє використання комерційним банком України	Прогнозовані значення таких показників, як рентабельність та ліквідність дають можливість підкорегувати управлінські рішення на майбутні періоди
	2. Визначення стану банку в розрізі майбутнього часу в НБУ	Можна формувати рейтинги банків не тільки в теперішній ситуації, а й аналізувати майбутній стан
	3. Використання моделей в додатках для фізичних осіб з метою визначення надійності банку	Кожен потенційний клієнт банку зможе визначити для себе найбільш надійний банк

Таким чином, наш продукт є достатньо конкурентоспроможним, адже він має достатньо невисоку собівартість, тобто потребуватиме невеликі кошти для купівлі і утримання, на відміну від утримання цілого відділу аналітики чи оплати послуг зовнішніх аудиторських компаній, при цьому наш продукт не поступатиметься фахівцям у якості прогнозу, а використовувати продукт достатньо легко.



Таблиця 4.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко- економічні характери- стики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			W (слаб- ка- ст-а)	N (нейт- ральна ст-а)	S (силь- на ст-а)
		Мій проект	Аналітич- ний відділ банку	Незалеж- ні аудитор- ські фірми			
1.	Мала собівартіст- ь проекту	+	-	-			+
2.	Висока якість прогнозу	+	+	+		+	
3.	Легкість використа- ння	+	-	-			+
4.	Спектр запропоно- ваних послуг	-	+-	+	+		

#### 4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (Табл. 4.3):

- за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?
- чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/добробити?
- чи доступні такі технології авторам проекту?

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Побудова моделей для якісного прогнозу	Регресійний аналіз	Необхідно підібрати найкращі параметри і необхідну модель регресійного аналізу	Доступна
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: регресійний аналіз				

#### 4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

У табл. 4.4 проводиться аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку:

Таблиця 4.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	0
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	0
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Стагнує
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Нестабільна економіка
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Необхідне врегулювання НБУ
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	300

Виходячи зі стану ринку, є великий сенс заходити на ринок з продуктом, що дасть можливість банкам прогнозувати вкрай важливі для діяльності банку показники.

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
1	Точне прогнозування ліквідності, рентабельності та об'єму депозитів банку	Українські комерційні банки	Прогноз потрібен для можливості прийняття управлінських рішень	Висока якість прогнозу Технічна підтримка Невисока собівартість
		НБУ	Прогноз потрібен для формування рейтингів банків	
		Клієнти банків	Прогноз потрібен для визначення найбільш надійного банку	

Після визначення потенційних груп клієнтів проводимо аналіз ринкового середовища: у табл. 4.6 подані фактори, що сприяють ринковому впровадженню проекту, а у табл. 4.7 – фактори, що йому перешкоджають.

Таблиця 4.6 – Фактори загроз

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1	Важко увійти у ринок	Споживачі можуть не погодитись купувати продукт	Розповсюдження демо-версії безкоштовно
2	Постачальник НБУ	НБУ може не надати вибірки для побудови моделі	Запропонувати необхідну плату за вибірки
3	Нестабільна економіка	Ускладнює точність прогнозу	Спроба побудувати модель, чутливу до викидів
4	Важка процедура реєстрації	Отримання дозволу на використання у фін. установах	Почати реєструвати продукт ще на стадії його творення

Таблиця 4.7 – Фактори можливостей

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1	Зацікавленість споживачів	Банки зацікавлені у скороченні штату аналітиків	Впровадження продукту
2	Збільшення кількості збанкрутілих банків	Останнім часом велика кількість банків банкрутує, тож продукт для прогнозу ліквідності допоможе уникнути банкруту клієнту	Впровадження продукту

У табл. 4.8 проведено аналіз пропозиції: загальні риси конкуренції на ринку:

Таблиця 4.8 – Степеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)</i>
1. Вказати тип конкуренції - монополія/олігополія/ монополістична/чиста	Монополія	Покращення якості продукту Постійне оновлення, додаткові можливості для клієнта Технічна підтримка цілодобово Низька собівартість продукту
2. За рівнем конкурентної боротьби - локальний/національний/...	Національний/міжнародний	
3. За галузевою ознакою - міжгалузева/ внутрішньогалузева	Внутрішньогалузева	
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-родова - товарно-видова - між бажаннями	Товарно-родова	
5. За характером конкурентних переваг - цінова / нецінова	Цінова	
6. За інтенсивністю - марочна/не марочна	Не марочна	

Більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі (за моделлю 5 сил М. Портера) подано у наступній таблиці (табл. 4.9):

Таблиця 4.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
<i>Складові аналізу</i>	<i>Аналітичний відділ банку</i>	<i>Аутсорсингові фірми, що займаються прогнозами; схожі на наш, продукти</i>	<i>НБУ та комерційні банки України</i>	<i>Потреба у високій якості прогнозу</i>	<i>Аутсорсингові фірми, що займаються прогнозами</i>

Продовження таблиці 4.9

Висновки:	Є велика ймовірність того, що банк просто не відмовиться від свого аналітичного відділу	Можливість входження на ринок є, але ризик занадто великий	Постачальник може диктувати свої умови і збільшувати ціну на вибірки	Клієнта дуже важко переконати у необхідності нашого продукту	Зайвий конкурент на ринку
-----------	---	--	--	--	---------------------------

На основі попередніх таблиць ми визначили, що основним конкурентом є аналітичний відділ самого комерційного банку, або ж незалежні аудиторські компанії. Основним їх недоліком є велика вартість утримання або замовлення послуг відповідно. Це дає нам змогу вийти на ринок, так як основною перевагою нашого продукту є низька собівартість, з чого слідує і мала вартість покупки нашого товару у банках.

У табл. 4.10 обґрунтовано перелік факторів конкурентоспроможності, що базується на аналізі, поданому у попередніх таблицях:

Таблиця 4.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Невисока вартість продукту	Це має бути впливовим фактором відмовитись від аналітичного відділу
2	Висока якість прогнозу	Продукт нічим не поступається цілому відділу аналітики
3	Постійна технічна підтримка	Швидке позбавлення проблем з боку розробника
4	Легке використання	Не потрібно витрачати багато часу для отримання результату

Нижче (табл. 4.11) проведено аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту:

Таблиця 4.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ n/ n	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-4	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з нашим проектом						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Невисока вартість продукту	3	+						
2	Висока якість прогнозу	4				+			
3	Постійна технічна підтримка	1			+				
4	Легке використання	2	+						

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 4.12) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 4.11).

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складено на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та ринкові можливості є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Таблиця 4.12 – SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: Висока точність обчислень Швидкість роботи Легкість використання Використання нових алгоритмів Можливість забезпечити низьку собівартість	Слабкі сторони: Брак досвіду Відсутність економічної освіти у розробника Відсутність фінансових ресурсів Обмеженість у часі
Можливості: Банки зацікавлені у скороченні штату аналітиків Останнім часом велика кількість банків банкрутує, тож продукт для прогнозу ліквідності, рентабельності та об'єму депозитів допоможе уникнути банкруту клієнту	Загрози: Споживачі можуть не погодитись купувати продукт НБУ може не надати вибірки для побудови моделі Нестабільна економіка ускладнює точність прогнозу Важка процедура реєстрації та отримання ліцензії

На основі SWOT-аналізу розроблено альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок. Визначені альтернативи проаналізовано з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (табл. 4.13).

Таблиця 4.13 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки</i>	<i>Ймовірність отримання ресурсів</i>	<i>Строки реалізації</i>
1	Орієнтація тільки на іноземні банки (легше отримати точні прогнози)	Висока	0,5 місяця
2	Орієнтація на одиничних споживачів – потенційних клієнтів банку, у вигляді додатків для прогнозування надійності банку	Середня	3 місяці
3	Зміна орієнтиру на установи видачі кредитів	Середня	2 місяці

Виходячи з ймовірності отримання ресурсів та строків реалізації, за умови, що впровадження продукту в комерційні банки України чи НБУ буде невдалим, ми змінимо орієнтацію на іноземні банки, для яких прогнозовані моделі побудувати легше, зважаючи на більш стабільну економіку.



#### 4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 4.14):

Таблиця 4.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

<i>№ n/n</i>	<i>Опис профілю цільової групи потенці- йних клієнтів</i>	<i>Готовність споживачів сприйняти продукт</i>	<i>Орієнто- вний попит в межах цільової групи (сегменту)</i>	<i>Інтенсив- ність конкуренції в сегменті</i>	<i>Простота входу у сегмент</i>
1	Комерційні банки України та НБУ	Середня. Якщо показати, наскільки це вигідно, вони сприймуть продукт.	Високий	Прямих конкурентів на ринку немає.	Якщо споживачі сприймуть продукт, то він легко зайде на ринок.
2	Іноземні банки	Середня. Якщо показати, наскільки це вигідно, вони сприймуть продукт.	Середній	Прямих конкурентів на ринку немає.	Якщо зареєструвати компанію у рідній країні банків, то можна просто зайти на ринок.
3	Потенційні клієнти банків	Висока. Якщо вартість додатку буде мінімальною, користувачі будуть його купляти.	Високий	Прямих конкурентів на ринку немає.	За правильної маркетингової стратегії вийти на ринок просто.

Продовження таблиці 4.14

4	Фірми швидких кредитів	Висока	Середній (зважаючи невелику кількість таких компаній і їх незначні розміри)	Прямах конкурентів на ринку немає.	Просто.
Які цільові групи обрано: Українські і іноземні банки, адже вони займають більший сегмент на ринку, тож, впроваджувати свій продукт у банки значно вигідніше.					

Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку (табл. 4.15):

Таблиця 4.15 – Визначення базової стратегії розвитку

<i>№ п/ п</i>	<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспромо жні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>
1	Просувати свій продукт в українські і іноземні банки	Переконувати керівників банків, що купити ліцензію на наш продукт вигідніше, ніж тримати аналітичний відділ	Низька собівартість продукту	Стратегія спеціалізації (потреби сегменту Банки, що спираються на лідерство по витратах)

Наступним кроком став вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.16):

Таблиця 4.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>№ n/n</i>	<i>Чи є проект «періопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки</i>
1	Так, програм аналогів не існує, всі банки користуються власними аналітичними відділами.	Компанія буде забирати споживачів: переконувати власників банків відмовитись від аналітичних відділів на користь нашого проєту.	Програма буде повністю замінити напрям аналітики з прогнозу ліквідності, рентабельності та об'єму депозитів банку.	Стратегія виклику лідера (атакування лідера найкращим співвідношенням «ціна-якість»).

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника (стартап-компанії) та до продукту (табл. 4.5), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (табл. 4.15) та стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.16) розроблено стратегію позиціонування (табл. 4.17), що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку/проєкт.

Таблиця 4.17 – Визначення стратегії позиціонування

<i>№ n/n</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова страте- гія розвитку</i>	<i>Ключові конкуренто- спроможні позиції власного стартап-проєкту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проєкту (три ключових)</i>
1	Висока якість прогнозу Технічна підтримка Невисока собівартість	Стратегія спеціалізації	Низька собівартість продукту	Прогноз, фінансовий стан, банк, низька ціна

Таким чином, шляхом переконання керівників банків, що за низької вартості є можливість отримувати високу якість прогнозу ключових показників фінансового стану банку, ми і будемо здобувати собі клієнтів на покупку нашого продукту.

#### 4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

У табл. 4.18 ми підсумували результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару, щоб сформувати маркетингову концепцію товару, який отримає споживач:

Таблиця 4.18 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
1	Висока якість прогнозу	Автоматично прогнозує ключові показники фінансового стану банку з високою точністю	З використанням даного продукту операційний ризик прямує до нуля (майже неможливий збій через антропогенний фактор)
2	Невелика ціна	Низька собівартість продукту	Низька вартість, порівняно з утриманням цілого аналітичного відділу
3	Легке використання продукту	Зрозумілий інтерфейс	Тепер прогнозувати показники може навіть людина без профільної освіти
4	Легке обслуговування продукту	Технічна підтримка	Якщо виникають проблемні ситуації, ми надаємо технічну підтримку

Надалі ми розробили трирівнева маркетингова модель товару: уточнили ідею продукту, його фізичні складові, особливості процесу його надання (табл. 4.19).

Таблиця 4.19 – Опис трьох рівнів моделі товару

<i>Рівні товару</i>	<i>Сутність та складові</i>
I. Товар за задумом	Програмний продукт, який буде давати прогноз ліквідності з високою точністю.
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики
	1. Невелика ціна
	2. Технічне обслуговування
	Якість: висока якість прогнозу в умовах нестабільної економіки
	Програма, яку можна завантажити з офіційного сайту і необхідно внести код ліцензії, яка купується на цьому ж сайті.
III. Товар із підкріпленням	До продажу: лише прогнозування ліквідності, рентабельності та об'єму депозитів
	Після продажу: в перспективі додавання функціоналу, щоб поступово замінити весь аналітичний відділ банку.
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: патент на прогнозну модель та ліцензія на використання, затверджена НБУ.	

Наступним кроком стало визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (остаточне визначення ціни відбувається під час фінансово-економічного аналізу проекту), яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субститути, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів (табл. 4.20). Аналіз проведено експертним методом.

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (табл. 4.21):

- проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту);
- вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту;
- вибір та обґрунтування виду посередників.

Таблиця 4.20 – Визначення меж встановлення ціни

<i>№ n/n</i>	<i>Рівень цін на товари- замінники</i>	<i>Рівень цін на товари- аналоги</i>	<i>Рівень доходів цільової групи споживачів</i>	<i>Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу</i>
1	Регулюються заробітною платою співробітників банку (10-15 тис. грн./міс., 10-20 осіб у регіональному відділенні)	-	Більше 1 млрд грн/рік	Приблизно \$1000 за ліцензію в одній установі + \$100/місяць за підписку

Таблиця 4.21 – Формування системи збуту

<i>№ n/n</i>	<i>Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Функції збуту, які має виконувати постачальник товару</i>	<i>Глибина каналу збуту</i>	<i>Оптимальна система збуту</i>
1	Купівля ліцензії у кожне відділення банку та оформлення підписки	Постачальник товару – офіційний сайт, на якому можна оплатити ліцензію і підписку, а також отримати сам продукт.	Канал нульового рівня	Офіційний сайт

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів (табл. 4.22):

Таблиця 4.22 – Концепція маркетингових комунікацій

<i>№ п/ п</i>	<i>Специфіка поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Канали комунікацій , якими користу- ються цільові клієнти</i>	<i>Ключові позиції, обрані для позиціонуванн я</i>	<i>Завдання рекламного повідомленн я</i>	<i>Концепція рекламного звернення</i>
1	Необхідно дати зрозуміти потенційном у клієнту, на скільки вигідніше користуватись нашим продуктом без втрати якості.	Інтернет, e-mail	Контент-маркетинг (надання тимчасової демо-версії для ознайомлен-ня), публікації у наукових та фінансових журналах, email-маркетинг членам ради директорів банку.	Привернути увагу, дати можливість спробувати даний продукт.	Надання демо-версії, велика кількість публікацій у спеціалізованих виданнях.

### Висновки до розділу

Провівши комплексний аналіз впровадження стартапу, визначивши його технологічні особливості, переваги та недоліки, на основі яких було визначено його конкурентоспроможність, ми можемо зі впевненістю сказати, що сенс впроваджувати проект такого типу є. Адже програмний продукт, що базується на побудованій прогностичній моделі таких ключових показників, як рентабельність, ліквідність банку і об'єм депозитів, є дуже значимим у банках, але при цьому має невелику собівартість і високу точність прогнозів, тим самим має ідеальне співвідношення «ціна-якість».

Шляхом дослідження конкурентів ми визначили, що ринок не насичений подібного роду послугами, прогнози можуть побудувати або внутрішні аналітичні відділи, склад якого налічує десятки людей, або незалежні аудиторські компанії, послуги яких коштують великих грошей. Підписка на наш продукт є значно дешевшою, що є його основною перевагою перед переліченими вище конкурентами.



## ВИСНОВКИ

Метою даної роботи було моделювання і прогнозування ключових показників фінансового стану банку: ліквідності, рентабельності використання активів, рентабельності капіталу та об'єму депозитів. Дослідження було проведено на вибірках, сформованих з квартальних звітностей ПриватБанку.

В першому розділі виконано загальний аналіз показників фінансового стану банку, визначено способи їх розрахунку.

В другому розділі обґрунтовано вибір суб'єкту дослідження – банку, на основі якого проведено подальші дослідження. Наведено методи і моделі-кандидати для прогнозування, описано методики побудови моделей та обрано ті, які можна використати для прогнозування. Отже, у роботі досліджувались регресійні моделі: авторегресія, авторегресія з ковзним середнім та авторегресія з трендом, а також метод групового урахування аргументів.

Третій розділ присвячений безпосереднім дослідженням на основі статистичних даних. В ньому висвітлено проміжні етапи побудови моделей для прогнозування, знайдено найкращий порядок регресійних моделей, оцінено якість моделі та прогнозу та зроблено порівняльний аналіз моделей.

В четвертому розділі наведені результати дослідження ринку та маркетингової стратегії просування стартапу в маси.

В результаті встановлено, що найкращі прогнози для всіх показників показав МГУА. Вибірка об'єму депозитів виявилась найлегшою в побудові моделі та прогнозуванні через свою майже лінійну структуру, АР(1), АРКС(1,4) та МГУА показали майже однакові результати. На відміну від цього показника, для процесу ROA, який явно є нестационарним і на додачу знакозмінним, звичайні АР та АРКС не дали позитивного результату, тому нами було проведено додаткові дослідження, в ході яких ми вдалися до лінійних перетворень всіх значень вибірки, які зробили його додатнім, після чого до авторегресії було додано тренд третього порядку. Таким чином нам вдалося зменшити середню абсолютну відсоткову похибку в 36 раз. Для решти вибірок

було підібрано такі порядки моделей AP та APКС, які дали можливість також отримувати більш-менш точні результати прогнозу, з відсотковою похибкою порядку 10%.

Таким чином, можна стверджувати, що сучасні методи прогнозування надають можливість отримати високоякісні прогнози для складних нестационарних процесів в умовах впливу випадкових збурень. В подальших дослідженнях доцільно збільшити число процесів, які необхідно використовувати для прийняття бізнесових рішень, і побудувати власну систему для моделювання і прогнозування.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бобиль В.В. Оцінка фінансового стану банку в умовах кризи / Бобиль В.В. // Збірник наукових праць Національного університету державної податкової служби України. – 2014. – №1 – С. 14-24.
2. Радченко Н.Г. Методичні підходи до оцінки ефективності депозитної політики банку / Радченко Н.Г. // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2014. – №3 (27) – С. 161-166.
3. Гринько О.І. Прогнозування ресурсів банківських установ / Гринько О.І., Хохлов В.В. // Вісник НБУ. – 2008. – Вип. 8 (150) – С. 30-37.
4. Іршак О.С. Макроекономічне прогнозування розвитку банків з державним капіталом в Україні / Іршак О.С. // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.12 – С. 334-340.
5. Шумська С.С. Економіка в умовах трансформації / Шумська С.С. // Науковий журнал «Економіка і прогнозування». – 2015. – №3 – С. 12-19.
6. Бардашевська О.В. Моделі прогнозування основних показників фінансового стану банку / О.В. Бардашевська // Міжнародний науковий журнал «Системні науки і кібернетика». – 2018 - №7 – С. 23-38.
7. Закон України «Про банки і банківську діяльність» / Верховна Рада України. – 1991. – № 25.
8. Аналіз банківської діяльності / [А. М. Герасимович, М. Д. Алексеєнко, І. М. Парасій-Вергуненко та ін.]; за ред. А. М. Герасимовича. — К.: КНЕУ, 2004. — 599 с.
9. Аналіз банківської діяльності [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://library.if.ua/book/1/139.html> - Дата доступу : 11.04.18. – Назва з екрану.
10. Фінансовий аналіз у банку [Електронний ресурс]. – Режим доступу :

[http://n-auditor.com.ua/uk/component/na\\_archive/232?view=material](http://n-auditor.com.ua/uk/component/na_archive/232?view=material) –

Дата доступу : 11.04.18. – Назва з екрану.

11. Ліквідність банківської системи України: Науково-аналітичні матеріали / В.І. Міщенко, А.В. Сомик та ін. – К.: Національний банк України; Центр наукових досліджень, 2008. – Вип. 12. – 180 с.
12. Аналіз банківської діяльності [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://library.if.ua/book/59/4172.html> – Дата доступу : 11.04.18. – Назва з екрану.
13. Аналіз зобов'язань банку [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://elib.lutsk-ntu.com.ua/book/fof/bs/2011/11-60/page9.html> – Дата доступу : 11.04.18. – Назва з екрану.
14. Бідюк П.І. Порівняльний аналіз характеристик моделей оцінювання ризиків кредитування / Бідюк П.І., Кузнецова Н.В. // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2010. – № 1. – С. 42-53.
15. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ. 2. / Дрейпер Н., Смит Г. — М.: Финансы и статистика, 1986. — 366 с.
16. Згуровський М.З. Основи вычислительного интеллекта / Згуровський М.З., Зайченко Ю.П. – К.: Наукова думка, 2013 – 406 с.
17. Бідюк П. І. Моделі і методи прикладної статистики / П. І. Бідюк, Л. О. Коршевніук, Н. В. Кузнецова ; НТУУ «КПІ». – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – 722 с.
18. Конєв Д.В. Моделювання та прогнозування фінансово-економічних процесів перехідного періоду / Конєв Д.В. // Международный научный журнал «Интернаука». – 2017 – № 7 (29) – С. 83-87 .

## ДОДАТОК А ЛІСТИНГ ДОПОМІЖНОЇ ПРОГРАМИ

```

# -*- coding: utf-8 -*-
"""
Created on Thu Mar 29 15:04:45 2018
@author: Alia
"""

import pandas as pd
import math
import matplotlib.pyplot as plt
from statsmodels.graphics.tsaplots import plot_pacf
from statsmodels.tsa.ar_model import AR
from statsmodels.tsa.arima_model import ARMA
from sklearn.metrics import mean_squared_error, r2_score

df = pd.read_excel('2 ROE ПУМБ.xlsx') #загружаем данные

#преобразовываем данные в list
data = []
for i in range(0,len(df)):
    data.append(df['ROE'][i])

per = 0.7 #процент обучающей выборки
train, test = data[0:round(per*len(data))], data[round(per*len(data)):]
#разделяем данные на обучающие и тестовые

#рисуем ЧАКФ
plot_pacf(train, lags=10)
plt.show()

model = AR(train) #инициализация AR модели

model_fit = model.fit(10, ic= 'aic') #обучение. 10-максимальный лаг при
переборе. 'aic' - информационный критерий Акайке - это критерий оптимальности
лага

print('Lag: %s' % model_fit.k_ar) #выводим оптимальный лаг
print('Coefficients: %s' % model_fit.params) #выводим коэффициенты модели

predictions = model_fit.predict(start=len(train),
end=len(train)+len(test)-1, dynamic=False) #делаем прогноз на тестовой выборке
mse1 = mean_squared_error(test, predictions)
r21 = r2_score(test, predictions)
rmse1 = math.sqrt(mse1)

```

```

#рисует прогноз и реальные данные
line1 = plt.plot(predictions, 'b-')
line2 = plt.plot(test, 'r-')
plt.show()

print('RMSE = %s' % rmse1)
print('R = %s' % r21)

#рисует обучающие данные
line = plt.plot(train)
plt.show()

#####
resid = test - predictions #остатки для нашей АР модели
#смотрим ЧАКФ для остатков, чтобы определить параметр q модели АРКС(p,q).
p у нас уже есть с модели АР
plot_pacf(resid, lags=10)
plt.show()

model2 = ARMA(train, (1,1)) #инициализация АРКС модели.
model_fit2 = model2.fit(start_params = [0.1,0,0]) #обучение.
print('Coefficients: %s' % model_fit2.params) #выводим коэффициенты модели

predictions = model_fit2.predict(start=len(train),
end=len(train)+len(test)-1, dynamic=False) #делаем прогноз на тестовой выборке
mse2 = mean_squared_error(test, predictions)
rmse2 = math.sqrt(mse2)

r22 = r2_score(test, predictions)

#рисует прогноз и реальные данные
line1 = plt.plot(predictions, 'b-')
line2 = plt.plot(test, 'r-')
plt.show()

print('RMSE = %s' % rmse2)
print('R = %s' % r22)

```

## ДОДАТОК Б ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ КОМПЛЕКС  
«ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ»  
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

## Моделі прогнозування основних показників фінансового стану банку

Виконала: Бардашевська Олександра  
Керівник: д.т.н., проф. Бідюк Петро Іванович

### Мета, предмет та об'єкт дослідження

- Мета дослідження: Підбір найкращих математичних моделей для прогнозування показників фінансового стану банку.
- Об'єкт дослідження: Показники фінансового стану банку, подані статистичними даними у формі часових рядів.
- Предмет дослідження: Кореляційний аналіз даних; математичні регресійні і поліноміальні моделі, методи оцінювання їх структури і параметрів.

## Постановка задачі

- Зібрати дані і виконати їх підготовку
- Виконати статистичний аналіз даних і побудову моделі
- Обчислити оцінки якості прогнозів
- Виконати порівняльний аналіз побудованих моделей

## Вибір вхідних даних

- C – Capital adequacy (Достатність капіталу)
  - A – Asset quality (Якість активів)
  - M – Management (Менеджмент)
  - E – Earning (Надходження)
  - L – Liquidity (Ліквідність)
  - S – Sensitivity (Чутливість до ринкового ризику)
- Ліквідність
  - ROA
  - ROE
  - Об'єм депозитів



## Методика побудови моделі на основі часових рядів



## Вибір вхідних даних

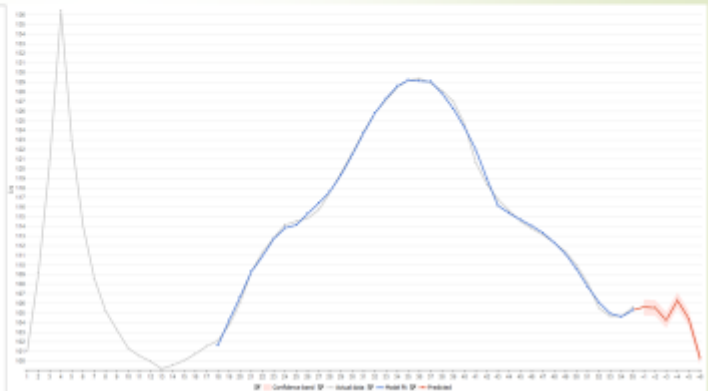
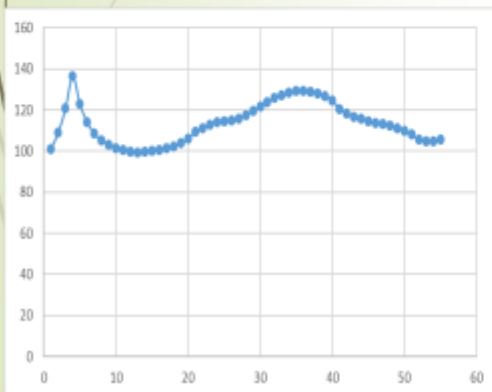
- Ліквідність =  $\frac{\text{Високоліквідні активи}}{\text{Зобов'язання банку}}$
- ROA =  $\frac{\text{Чистий прибуток/збиток}}{\text{Активи}}$
- ROE =  $\frac{\text{Чистий прибуток/збиток}}{\text{Власний капітал}}$
- Об'єм депозитів = Кошти фізичних осіб + Кошти юридичних осіб

## Типи використаних моделей

- AP(p):  $y(k) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y(k-i) + \varepsilon(k)$
- APKC(p, q):  $y(k) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y(k-i) + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon(k-j) + \varepsilon(k)$
- AP(p) + trend:  $y(k) = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i y(k-i) + \sum_{j=1}^q d_j k^j + \varepsilon(k)$
- МГУА:  $y = F(x_1, \dots, x_n) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{j \geq i}^n \sum_{i=1}^n a_{ij} x_i x_j + \dots$

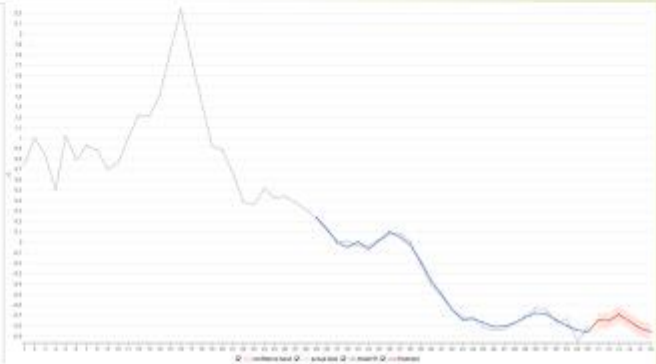
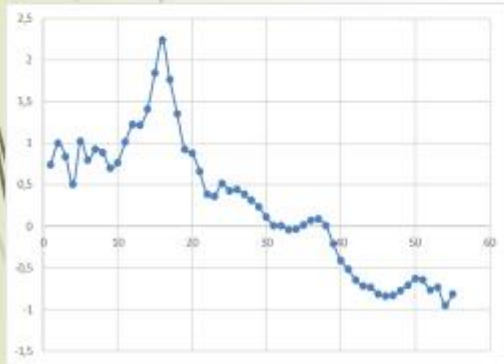
## Результати дослідження (ліквідність)

- $y(k) = 12,5964 + 1,3561y(k-1) - 0,4676y(k-2)$  (MAPE = 6,25%)
- $y(k) = 113,2801 + 0,8656y(k-1) + 0,4242\varepsilon(k-1) + 0,0213\varepsilon(k-2)$  (MAPE = 7,09%)



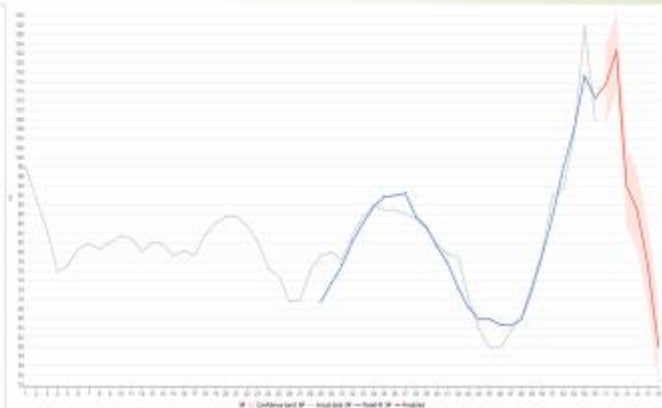
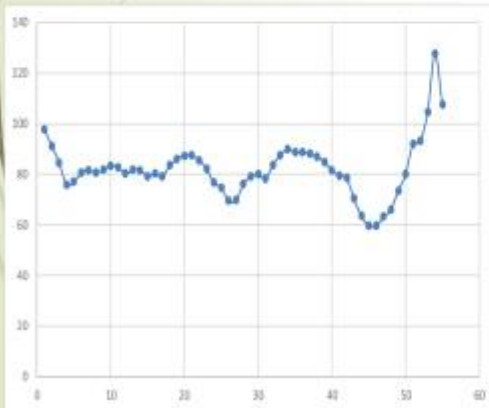
## Результати дослідження (ROA)

- $y(k) = -0,0203 + 1,1546y(k-1) - 0,1845y(k-2)$
- $y(k) = -0,6887 + 0,9717y(k-1) + 0,1944\varepsilon(k-1)$
- $y(k) = 0,6609 + 0,9891y(k-1) - 0,2983y(k-2) + 0,0534k - 0,0026k^2 + 0,0285k^3$
- MAPE = 5%



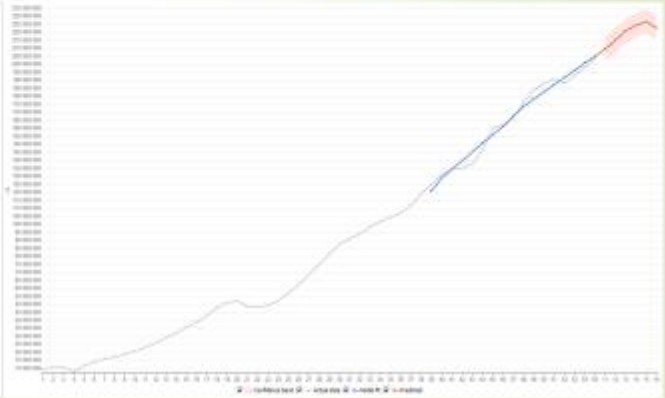
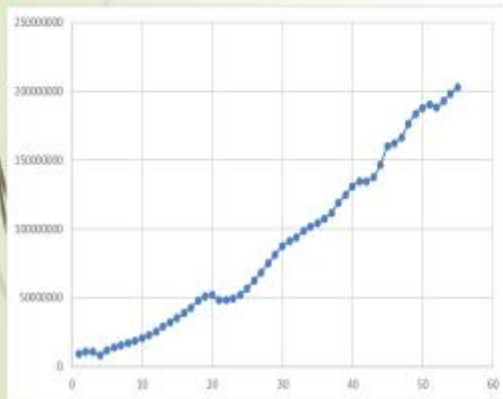
## Результати дослідження (ROE)

- $y(k) = 19,0161 + 1,2207y(k-1) - 0,4537y(k-2)$  (MAPE = 8,93%)
- $y(k) = 81,5776 + 0,6075y(k-1) + 0,8712\varepsilon(k-1)$  (MAPE = 8,94%)



## Результати дослідження (об'єм депозитів)

- $y(k) = 2018706 + 1,0185y(k-1)$
- $y(k) = 81 + 0,9969y(k-1) + 0,9483\varepsilon(k-1) + 0,7947\varepsilon(k-2) + 0,5879\varepsilon(k-3) + 0,2365\varepsilon(k-4)$
- MAPE = 19,05%



## Порівняльна таблиця для ПриватБанку

Модель	$R^2$	RMSE
<b>Ліквідність</b>		
AP(2)	0,8838	9,8167
АРКС(1, 2)	0,8834	9,9399
МГУА	0,9975	0,4081
<b>ROA</b>		
AP(2)	0,9401	0,5496
АРКС(1, 1)	0,9428	0,6085
AP(2) з кубічним трендом	0,9554	0,1684
МГУА	0,9905	0,0375
<b>ROE</b>		
AP(2)	0,9603	11,1077
АРКС(1, 1)	0,7801	11,0698
МГУА	0,9204	4,1752
<b>Об'єм депозитів</b>		
AP(1)	0,9981	8754152
АРКС(1, 4)	0,9981	9183418
МГУА	0,9779	3831129

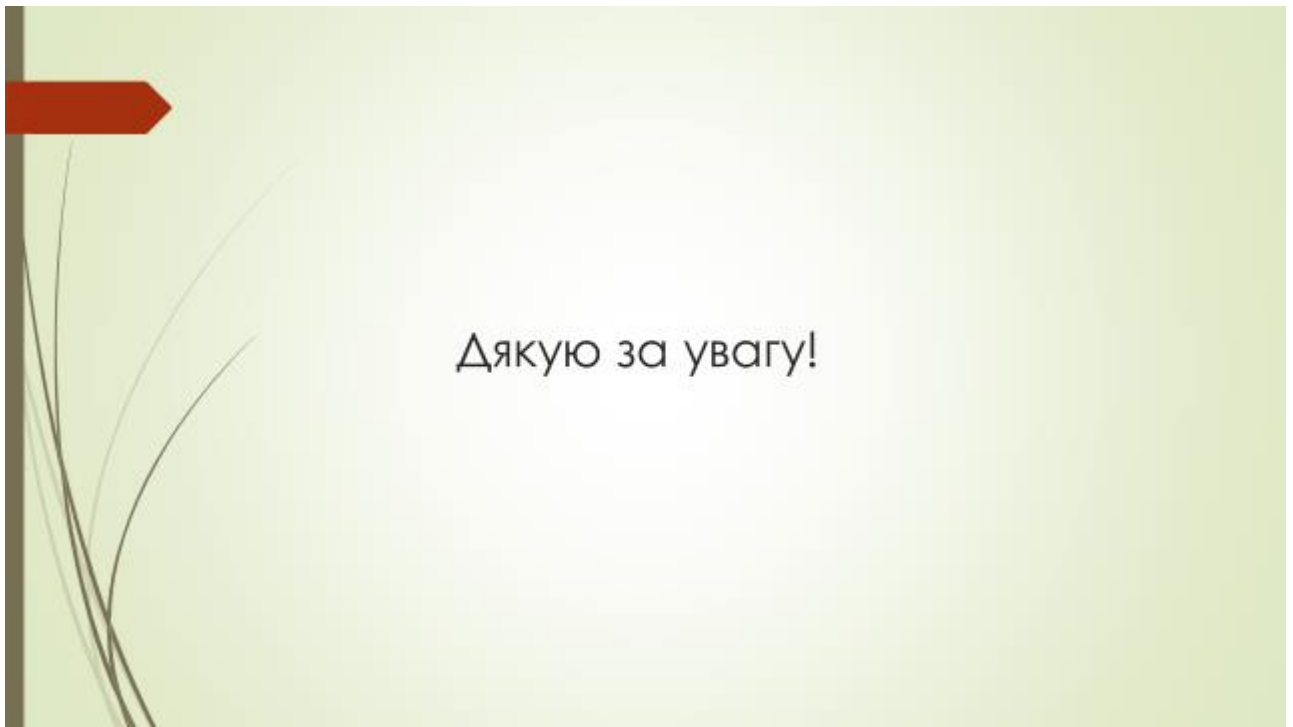
## Порівняльна таблиця для ПУМБ

Модель	$R^2$	RMSE
<b>Ліквідність</b>		
AP(2)	0,8102	13,4508
APKC(1, 2)	0,7679	13,4849
МГУА	0,5744	8,2781
<b>ROA</b>		
AP(2)	0,6815	1,5498
APKC(1, 1)	0,6536	1,5458
AP(2) з лінійними перетвореннями	0,6815	0,8860
APKC(1, 1) з лін. перетвореннями	0,6971	0,8806
МГУА	0,8434	0,4529
<b>ROE</b>		
AP(2)	0,7153	0,2933
APKC(1, 1)	0,7181	0,2751
AP(1) з квадратним трендом	0,7798	0,1583
МГУА	0,8545	0,0671

## Висновки

- 1 місце – МГУА для всіх досліджуваних процесів
- 2 місце – для процесів ліквідності та об'єму депозитів – AP(2) і AP(1) відповідно;  
для процесу ROA – AP(2) з кубічним трендом;  
для процесу ROE – APKC(1, 1)
- 3 місце - для процесів ліквідності та об'єму депозитів – APKC(1, 2) і APKC(1, 4) відповідно;  
для процесу ROA – AP(2) та APKC(1, 1) дали майже однаковий, поганий, результат;  
для процесу ROE – AP(2)

Основні результати магістерської дисертації подано до публікації у збірник «Системні науки і кібернетика».



Дякую за увагу!